## Пак 1. Введение.

### То, что доктор прописал: http://pskgu.ru/project/628F117BD1C741081B1EED230815DF4E

| | | | |
|---|---|---|---|
| Merge 1-6 PDF: goo.gl/0pf3JG \| Merge 7-12 PDF: goo.gl/uzpdCR | | | |
| **Теория** - goo.gl/Lxvjas \| **GLOBAL MERGE - https://goo.gl/nS5Mql** | | | |
| **Пак 1**. 1-1. Введение | Q: goo.gl/ia0ZWa | PDF: goo.gl/gaF6YX | GD: goo.gl/3mL17H |
| **Пак 2**. 1-2. Описание движения систем с одной степенью свободы | Q: goo.gl/d38Boz | PDF: goo.gl/Rzfwb6 | GD: goo.gl/qNpLWz |
| **Пак 3**. 1-3. Кинематика поступательного движения | Q: goo.gl/b5c4az | PDF: goo.gl/lUHI7f | GD: goo.gl/DOuBMo |
| **Пак 4**. 1-4. Движение тела по окружности | Q: goo.gl/MverW0 | PDF: goo.gl/uiOGj3 | GD: goo.gl/7625Fn |
| **Пак 5**. 1-5. Классическая динамика | Q: goo.gl/OLpLEu | PDF: goo.gl/KgGm38 | GD: goo.gl/h6GlpV |
| **Пак 6**. 1-6. Законы сохранения | Q: goo.gl/wxKbQl | PDF: goo.gl/R9AX1B | GD: goo.gl/tDDJnC |
| **Пак 7**. 1-7. Закон всемирного тяготения | Q: goo.gl/1ZVuiJ | PDF: goo.gl/2bN4LC | GD: goo.gl/SKnjQb |
| **Пак 8**. 1-8. СТО и неинерциальные системы отсчета | Q: goo.gl/8FZvkh | PDF: goo.gl/j2yoJM | GD: goo.gl/YPcolo |
| **Пак 9**. 2-1. Описание классических микроансамблей | Q: goo.gl/BKHn20 | PDF: goo.gl/h6e6ig | GD: goo.gl/S0UTYb |
| **Пак 10**. 2-2. Абсолютно твердое тело | Q: goo.gl/KVo3m3 | PDF: goo.gl/RNKbnK | GD: goo.gl/6sTt1W |
| **Пак 11**. 2-3. МКТ | Q: goo.gl/BGfj3h | PDF: goo.gl/5PXCYh | GD: goo.gl/Z4fPce |
| **Пак 12**. 2-4. Термодинамика | Q: goo.gl/00TGvR | PDF: goo.gl/pzLhD3 | GD: goo.gl/lxvmD4 |

### Что пофиксить?

| | | | |
|---|---|---|---|
| **1 док**<br>вроде все норм | **2 док**<br>теперь все норм | **3 док**<br>вопрос 3/8<br>вопрос 3/48<br>задача 3/2 |  |
| **4 док**<br>задача 4/2 | **5 док**<br>вопрос 5/6 ???<br>вопрос 5/13 ???<br>задача 5/1 решена? | **6 док**<br>все норм чтоль? | |
| **7 док**<br>??? | **8 док**<br>??? | **9 док**<br>??? | |
| **10 док**<br>??? | **11 док**<br>??? | **12 док**<br>??? | |

http://www.pskgu.ru/files/open_university/work_3/dom_zad2.pdf - 2

http://pkse.pskgu.ru/files/open_university/work_6/2012_11_12_dz5_resh_4.pdf - 4 - законы ньютона

http://pskgu.ru/files/open_university/work_5/2012_11_12_dz4_resh.pdf - 5 - движение в трехмерном пространстве

http://uf.pskgu.ru/files/open_university/work_9/2012_11_12_dz8_resh_1.pdf - 8 - закон сохр/ имп/ для сист/ мат/ точек

http://izd.pskgu.ru/files/open_university/work_10/2012_11_12_dz9_resh.pdf - 9 - закон сохранения мех/ энергии

http://uf.pskgu.ru/files/open_university/work_11/2013_01_24_dz11_resh.pdf - 11 - закон кровати

http://izd.pskgu.ru/files/open_university/work_12/2013_02_22_dz12_resh.pdf - 12 - эмпирические газовые законы

http://pskgu.ru/files/open_university/work_13/2013_02_25_dz13_resh.pdf - 13 - уравнения состояния идеального газа

**Вопросы пака 1. Введение.**

1.1. **Какие основные подходы к описанию физических явлений развиты и создаются сегодня?**

*Раздел классической физики*, основателем которой является Исаак Ньютон. В этом разделе скорость тела гораздо меньше скорости света, а произведение массы, скорости тела и характерного размера той области пространства, в которой движется этот объект, несравнимо больше постоянной Планка. Пространство и время в классической физике являются абсолютными - результаты измерений не зависят от выбора системы отсчёта.

*Раздел релятивистской (ядерной) физики*. Как следует из названия, в этом разделе изучаются взаимодействия элементарных частиц, атомов и молекул различных веществ друг с другом и с окружающим миром. Наиболее значительный вклад в раздел релятивистской физики внесли Эйнштейн и Лоренц. Релятивистское описание подразумевает, что скорость рассматриваемых тел приближена или равна скорости света. В релятивистской физике события происходят в четырёхмерном пространстве, объединяющем физическое трёхмерное пространство и время. Одновременность событий зависит от выбора системы отсчёта.

*Раздел квантовой механики*, описывающая поведение квантовых систем. Квантовая механика, в отличие от классической физики, хорошо описывает законы движения микрочастиц. В квантовомеханическом описании подразумевается, что действие рассматриваемого явления по величине сравнимо с постоянной Планка. Большой вклад в развитие этого раздела внесли Макс Планк и Нильс Бор.

*Раздел физики*, в котором скорость сравнима со скоростью света, и действие сравнимо с постоянной Планка одновременно, еще не изучен.

1.2. **В чем состоит принцип соответствия?**

Если одно утверждение является частным случаем другого, заведомо верного, то оно автоматически верно.

Любая новая научная теория при наличии старой, хорошо проверенной теории находится с ней не в полном противоречии, а даёт те же следствия в некотором частном случае.

Пример - см. следующий вопрос.

1.3. **При выполнении каких условий релятивистское описание переходит в классическое?**

Релятивистское описание переходит в классическую (ньютоновскую) механику при скоростях, значительно меньших скорости света.

1.4. **При выполнении каких условий условий квантомеханическое описание переходит в классическое?**

Если постоянная Планка пренебрежимо мала по сравнению с действием явления, размеры рассматриваемых тел больше, чем $10^{-9}$ м.

1.5. **Что используется в качестве критерия истинности физических явлений?**

Эксперимент, подтверждающий истинность следствия из данных определений и законов природы.

1.6. **В чем состоит коренное отличие математики от естественных наук?**

В математике не бывает экспериментов, потому что математика не очень претендует на истинность своих теорем в реальном мире.

1.7. **К какой группе философов относится мыслитель, считающий, что окружающий мир является продуктом его фантазии?**

Субъективные идеалисты.

1.8. **К какой группе философов относится мыслитель, считающий что окружающий мир является продуктом деятельности некой системы, не относящейся к этому миру?**

Объективные идеалисты.

1.9. **Что изучают а) естественные и б) гуманитарные науки?**

A. Естественные науки изучают то, что существует вне зависимости от нашего сознания и сознания человечества.
B. Гуманитарные науки изучают то, что выдумано человеком.

1.10. **(*) По какому принципу построена система естественных наук?**

По вложенному принципу. То есть: каждая естественная наука на определенном уровне содержит в себе все науки более низкого уровня.

- Космология
- Астрономия
- Теория сложных систем
- Биология / Геология
- Химия
- Физика - объединяет все предыдущие

1.11. **(*) Перечислите основные уровни организации материи.**

- Большой космос
- Ячеистая структура
- Галактика
- Звёзды с системами планет
- Космические тела
- Экосистема
- Макроскопические тела (живые и неживые)
- Молекулы
- Атомы
- Элементарные частицы

1.12. **(*) Чем определяется несколько выделенное положение физики в системе естественных наук?**

Физика изучает все уровни организации материи.

1.13. **(*) Почему физика оказывается наиболее математизированной естественной наукой?**

Потому что физика изучает наипростейшие объекты, для которых придуманы хорошие системы аксиом, прекрасно описывающих эти объекты.

**Вопросы пака 2. Описание движения систем с одной степенью свободы.**

2.1. **Дайте определение (формулой) средней скорости изменения зависящей от времени скалярной величины $X(t)$.**

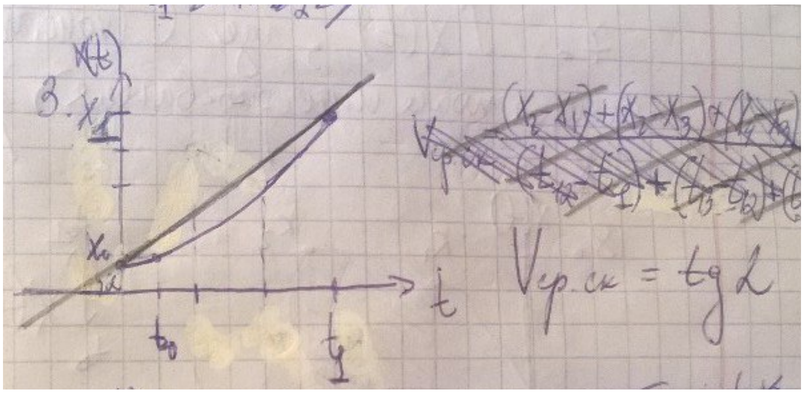
$$v_{\text{ср}} = \frac{\delta X(t)}{\delta t}$$

2.2. **Дайте определение (формулой) мгновенной скорости изменения зависящей от времени скалярной величины $X(t)$.**

$$v_{\text{мгн}} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta X}{\Delta t}$$

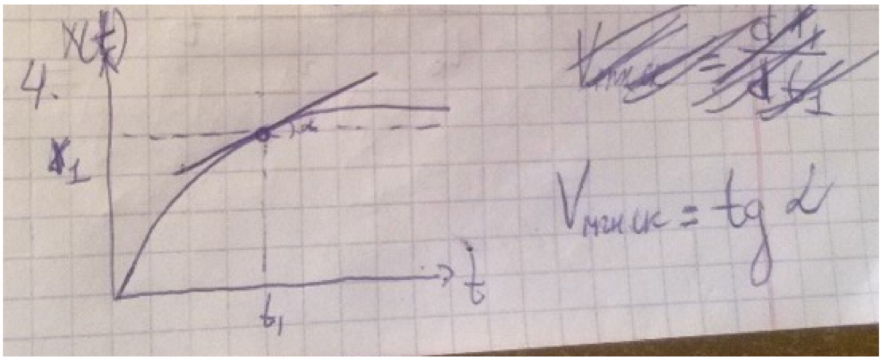
2.3. **Как по графику зависимости $X(t)$ определить среднюю скорость изменения скалярной величины на заданном интервале времени $[t_1,\ t_2]$? (сделать, показать на рис.).**

$$v_{\text{ср}} = \frac{X(t_2) - X(t_1)}{t_2 - t_1} = \tan\alpha$$




2.4. **Как по графику зависимости $X(t)$ определить мгновенную скорость изменения скалярной величины на заданном интервале времени $[t_1,\ t_2]$? (сделать, показать на рис.).**

$v_{\text{мгн}} = \tan\alpha$ (угла наклона касательной)




2.5. **Перечислите все 3 способа записи величины, являющейся скоростью изменения во времени скалярной физической величины $X(t)$.**

$$v(t) = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt} = (\vec{r}(t))'$$

1. Графический
2. Табличный
3. Аналитический (это он сам рассказывал на второй лекции)

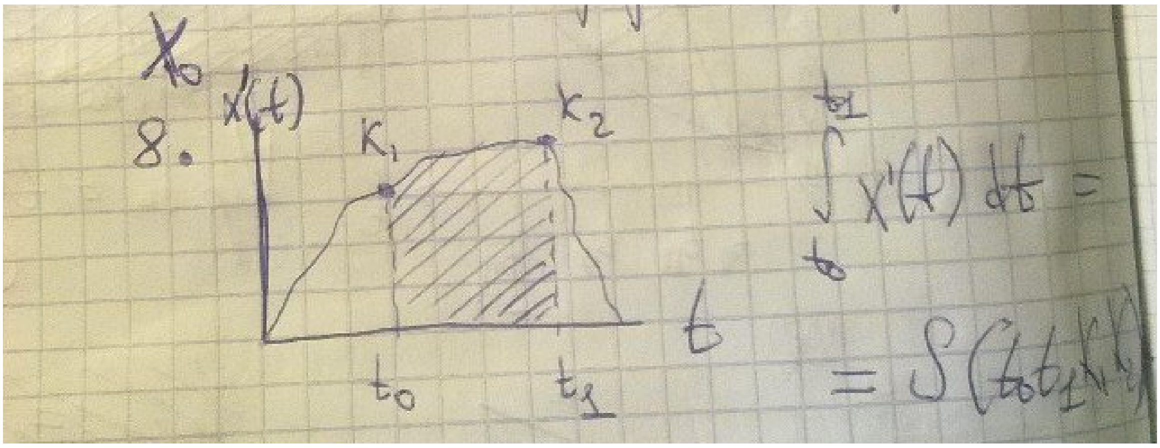
2.6. **Как по известной скорости изменения $X'(t)$ некоторой скалярной величины $X(t)$ определить приращение этой величины на заданном интервале времени $[t_0,\ t_1]$? (формула).**

$$\int_{t_0}^{t_1} X'(t)dt$$

2.7. **Как по известной скорости изменения некоторой скалярной величины $X'(t)$ и начальному значению этой величины $X(t = t_0) = X_0$ определить значение этой величины в момент времени $t$? (формула).**

$$\int_{t0}^{t} X^{'}(t)dt \ + \ X_0$$

2.8. **Как по графику зависимости от времени скорости изменения $X'(t)$ некоторой скалярной величины $X(t)$ определить ее приращение за выбранный интервал времени $[t_0,\ t_1]$?**




$$\int_{t_0}^{t_1} X'(t)dt = S(t_0 t_1 K_1 K_2)$$

2.9. **Пользуясь определением производной, продифференцировать функцию $F(t) = C + Bt^2$.**

$$F^{'}(t) = \lim_{\Delta t\to 0} \frac{B(t+\Delta t)^2 - Bt^2}{\Delta t} = \lim_{\Delta t\to 0} \frac{Bt^2 + 2Bt\Delta t + \Delta t^{\,2} - Bt^2}{\Delta t} = \lim_{\Delta t\to 0} \frac{2Bt\Delta t + \Delta t^{\,2}}{\Delta t} = \lim_{\Delta t\to 0}(2Bt + \Delta t) \ = 2Bt$$

2.10. **Пользуясь определением производной, продифференцировать функцию $F(t) = Ct + Bt^3$.**

$$F'(t) = \lim_{\Delta t\to 0} \frac{C(t+\Delta t) + B(t+\Delta t)^3 - Ct - Bt^3}{\Delta t} = \lim_{\Delta t\to 0} \frac{Ct + C\Delta t + Bt^3 + 3Bt^2\Delta t + 3Bt\Delta t^2 + \Delta t^3 - Ct - Bt^3}{\Delta t} =$$

$$= \lim_{\Delta t\to 0} \frac{C\Delta t + 3Bt^2\Delta t + 3Bt\Delta t^2 + B\Delta t^3}{\Delta t} = \lim_{\Delta t\to 0} C - 3Bt^2 + 3Bt\Delta t + B\Delta t^2 = C + 3Bt^2$$

**Задачи пака 2. Описание движения систем с одной степенью свободы.**

2.1. **Автомобиль первую треть времени двигался со средней скоростью $v_1$, вторую треть времени $v_2$, последнюю треть времени $v_3$. Найти среднюю скорость автомобиля.**

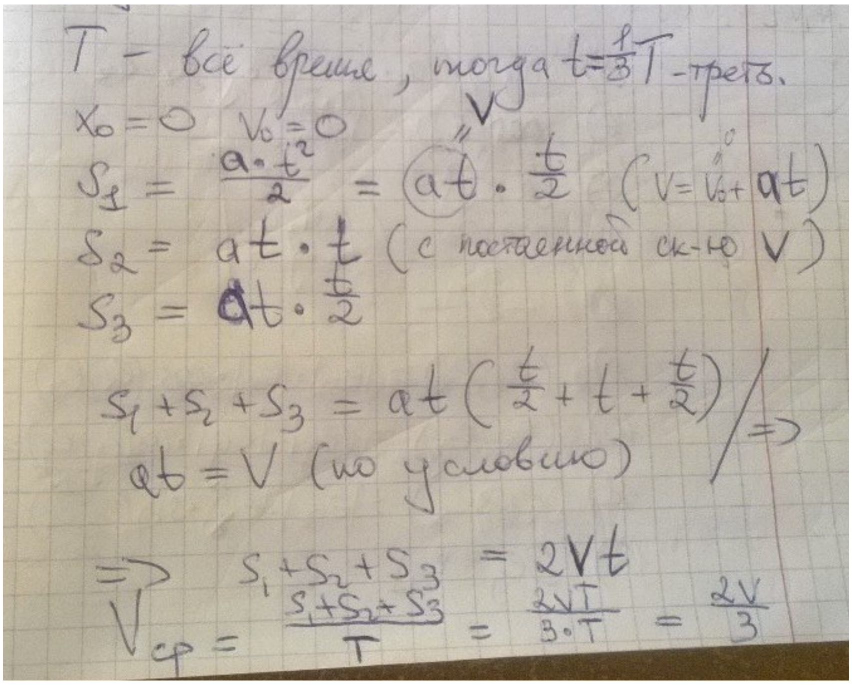
$$v_{\text{ср}} = \frac{\frac{1}{3}T(v_1+v_2+v_3)}{\frac{1}{3}T+\frac{1}{3}T+\frac{1}{3}T} = \frac{v_1+v_2+v_3}{3}$$

По определению средней скорости - модули не нужны, т.к. средняя скорость равна отношению изменения радиус-вектора ко времени этого изменения. Но если кто-то готов оспорить - пишите.

2.2. **Автомобиль первую треть пути двигался со средней скоростью $v_1$, вторую треть пути $v_2$, последнюю треть пути $v_3$. Найти среднюю скорость автомобиля.**

$$v_{\text{ср}} = \frac{S}{\frac{\frac{1}{3}S}{v_1}+\frac{\frac{1}{3}S}{v_2}+\frac{\frac{1}{3}S}{v_3}} = \frac{3v_1v_2v_3}{v_1v_2+v_2v_3+v_1v_3}$$

2.3. **Покоившийся автомобиль первую треть времени двигался равноускоренно и достиг скорости $v$, вторую треть времени он двигался равномерно с этой скоростью, последнюю треть - равнозамедленно до полной остановки. Найти среднюю скорость автомобиля и построить график зависимости от времени скорости и пройденного автомобилем пути.**



T – всё время, тогда $t = \frac{1}{3}T$ – треть.

$x_0 = 0 \quad V_0 = 0$

$S_1 = \frac{a \cdot t^2}{2} = (at) \cdot \frac{t}{2} \quad (V = V_0 + at)$

$S_2 = at \cdot t$ (с постоянной ск-ю V)

$S_3 = at \cdot \frac{t}{2}$

$S_1 + S_2 + S_3 = at\left(\frac{t}{2} + t + \frac{t}{2}\right) \Rightarrow$

$at = V$ (по условию)

$\Rightarrow S_1 + S_2 + S_3 = 2Vt$

$V_{\text{ср}} = \frac{S_1+S_2+S_3}{T} = \frac{2VT}{3 \cdot T} = \frac{2V}{3}$

$$v_{\text{ср}} = \frac{v_1+v_2+v_3}{3} = \frac{\frac{1}{2}v+v+\frac{1}{2}v}{3} = \frac{2}{3}v$$

2.4. **Покоившийся автомобиль первую треть пути двигался равноускоренно и достиг скорости $v$, вторую треть пути он двигался равномерно с этой скоростью, последнюю треть - равнозамедленно до полной остановки. Найти среднюю скорость автомобиля и построить график зависимости от времени скорости и пройденного автомобилем пути.**

$$v_{\text{ср}} = \frac{3v_1v_2v_3}{v_1v_2+v_2v_3+v_1v_3} = \frac{3*\frac{1}{2}v^2*\frac{1}{2}v}{\frac{1}{2}v^2+\frac{1}{2}v^2+\frac{1}{2}v*\frac{1}{2}v} = \frac{3}{5}v$$

**Вопросы пака 3. Кинематика поступательного движения.**

3.1. **Дайте определение материальной точки.**

Модель тела, имеющая только три степени свободы, связанные с поступательным движением.

3.2. **Дайте определение правой декартовой системы координат.**

Такая система координат, в которой $Ox \perp Oy \perp Oz$ и поворот от оси $Ox$ к оси $Oy$ на угол, меньший $\pi$, совершается в направлении против часовой стрелки, если смотреть на плоскость $Oxy$ из какой-либо точки положительной полуоси $Oz$.

Или смешанное произведение векторов $(Ox,\ [Oy,\ Oz])$ больше 0.

3.3. **Дайте определение системы отсчета.**

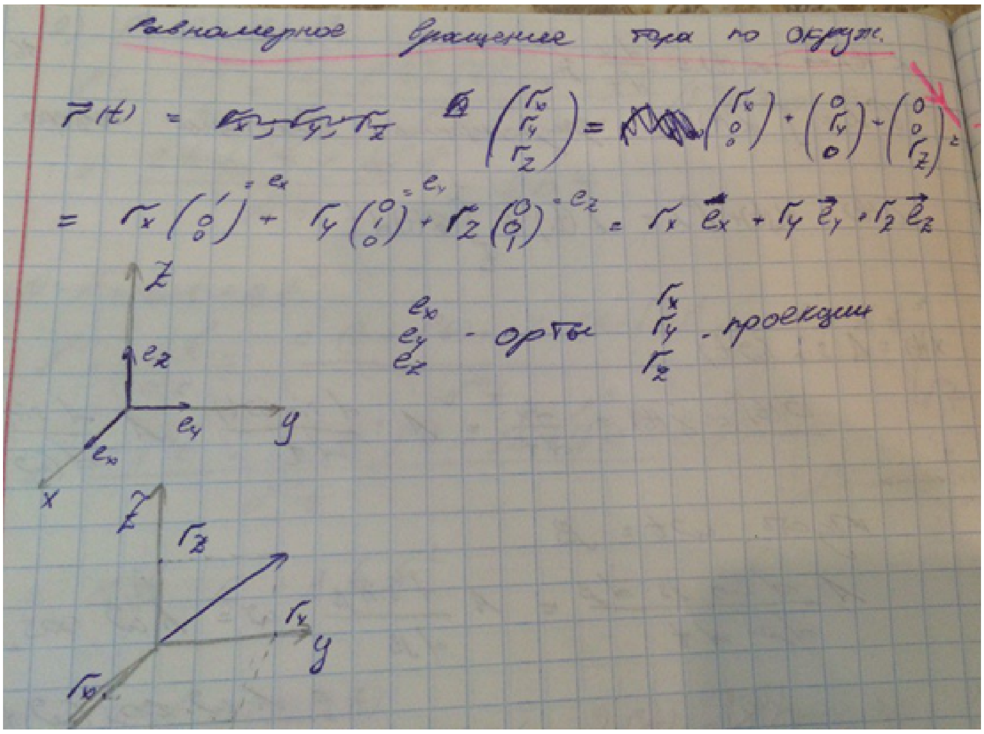
Совокупность системы координат и часов, связанных с телом, относительно которого изучается движение. Движение тела не может быть вне зависимости от времени и пространства.

3.4. **Дайте определение траектории материальной точки.**

Линия в пространстве, вдоль которой движется тело, представляющее собой множество точек, в которой находилось, находится, или будет находиться материальная точка при своем времени в пространстве относительно выбранной системы отсчета.

3.5. **Запишите радиус вектор материальной точки $r$ в виде разложения по ортам декартовой системы координат $\{e_x,\ e_y,\ e_z\}$.**

$$\vec{r} = (r_x,\ r_y,\ r_z) = r_x e_x + r_y e_y + r_z e_z$$




3.6. **Дайте определение пройденного пути $S$ за время движения материальной точки $[t,\ t+\delta t]$.**

$$\int_t^{t+\delta t} |\delta\vec{r}(t)|\, dt$$

3.7. **Дайте определение перемещения материальной точки $\delta r$ за время движения $[t,\ t+\delta t]$.**

$$\delta\vec{r} = \vec{r}(t+\delta t) - \vec{r}(t)$$

3.8. **Дайте определение средней скорости движения материальной точки за время движения $[t,\ t+\delta t]$.**

$$v_{\text{ср}} = \frac{S(t+\delta t)-S(t)}{\delta t}$$

средняя по перемещению равна $\dfrac{\vec{r}(t+\delta t) - \vec{r}(t)}{\delta t}$

3.9. **Дайте определение мгновенной скорости движения материальной точки в момент $t$.**

$$v_{\text{мгн}} = \lim_{\delta t\to 0}\frac{r(t+\delta t)-r(t)}{\delta t}$$

3.10. **Как направлена средняя скорость движения по отношению к траектории материальной точки?**

Средняя скорость направлена по вектору перемещения.

3.11. **Как направлена мгновенная скорость движения по отношению к траектории материальной точки?**

Мгновенная скорость направлена по касательной к траектории.

3.12. **Как построить вектор средней скорости за время движения $[t,\ t+\delta t]$, если даны три графика зависимостей от времени проекций радиус-вектора материальной точки на оси декартовой системы координат.**

$$\vec{S_x} = \vec{r}_x(t+\delta t) - \vec{r}_x(t)\ ;\ \vec{S_y} = \vec{r}_y(t+\delta t) - \vec{r}_y(t)\ ;\ \vec{S_z} = \vec{r}_z(t+\delta t) - \vec{r}_z(t)$$

$$\vec{v}_{\text{ср}} = \frac{\vec{S_x}+\vec{S_y}+\vec{S_z}}{\delta t}$$

3.13. **Как построить вектор средней скорости за время движения $[t,\ t+\delta t]$, если даны три графика зависимостей от времени проекций радиус-вектора материальной точки на оси декартовой системы координат?**

Чирцов, как всегда, случайно нажал Ctrl+C Ctrl+V. См. ответ выше.

3.14. **Как по вектору средней скорости $<\vec{V}>$ на интервале времени $[t,\ t+\delta t]$ вычислить перемещение тела на этом временном промежутке?**

$$\vec{r} = <\vec{V}>\delta t$$

3.15. **Как по известной зависимости от времени мгновенной скорости $v(t)$ вычислить перемещение тела на интервале времени $[t,\ t+\delta t]$?**

$$\int_t^{t+\delta t} v(t)\,dt$$

3.16. **Как по известной зависимости от времени мгновенной скорости $v(t)$ вычислить ее среднее значение на интервале времени $[t,\ t+\delta t]$?**

$$\frac{\int\limits_{t}^{t+\delta t} v(t)\, dt}{\delta t}$$

3.17. **Как по известной зависимости от времени мгновенной скорости $v(t)$ и известному положению тела в начальный момент времени $r(t_0)$ вычислить радиус-вектор материальной точки в момент времени $t_1$?**

$$\vec{r}(t_1) = \vec{r}(t_0) + \int\limits_{t_0}^{t_1} \vec{v}(t)\, dt$$

3.18. **Как построить вектор перемещения материальной точки на интервале времени $[t_1,\ t_2]$, если даны графики зависимостей от времени проекций ее скоростей на оси координат выбранной системы отсчета?**

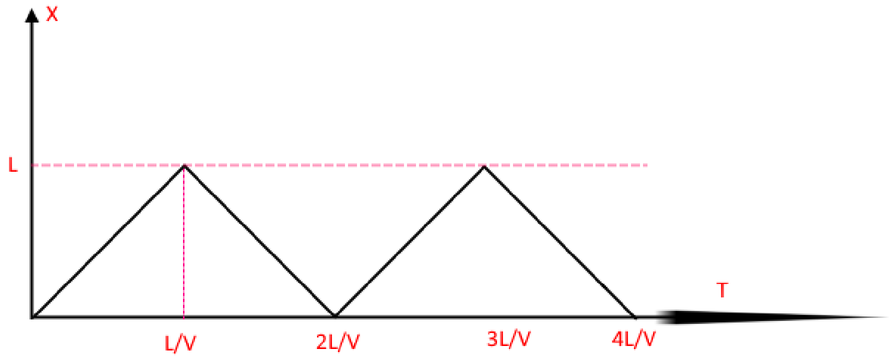
$$\vec{r_x} = \int\limits_{t_1}^{t_2} \vec{v}_x dt\,;\ \ \vec{r_y} = \int\limits_{t_1}^{t2} \vec{v}_y dt\,;\ \ \vec{r_z} = \int\limits_{t_1}^{t_2} \vec{v}_z dt$$

$$\vec{r} = (\vec{r}_x + \vec{r}_y + \vec{r}_z)$$

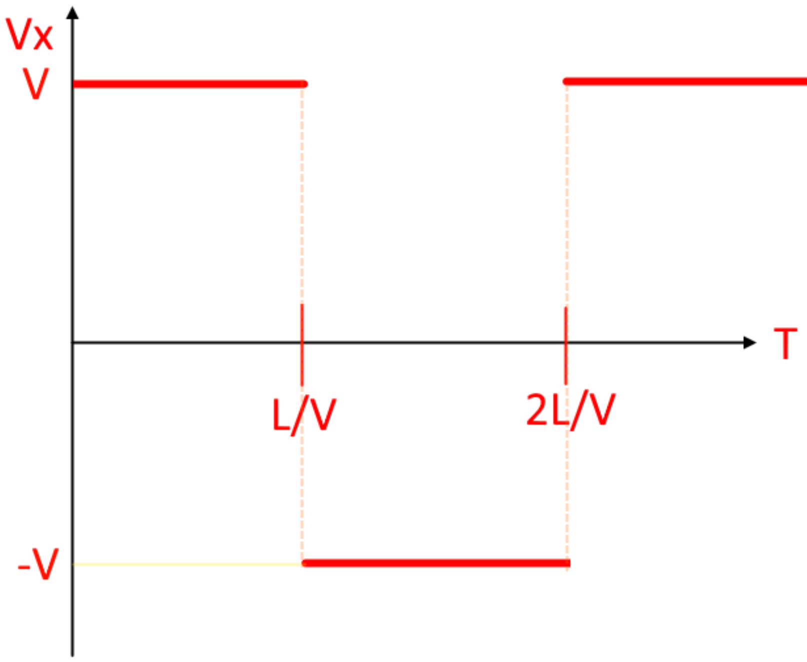
3.19. **Как называется кривая, вычерчиваемая концом вектора мгновенной скорости в пространстве скоростей?**

Годограф вектора скорости. Он дает наглядное представление о скоростях движущейся точки в разные моменты времени.

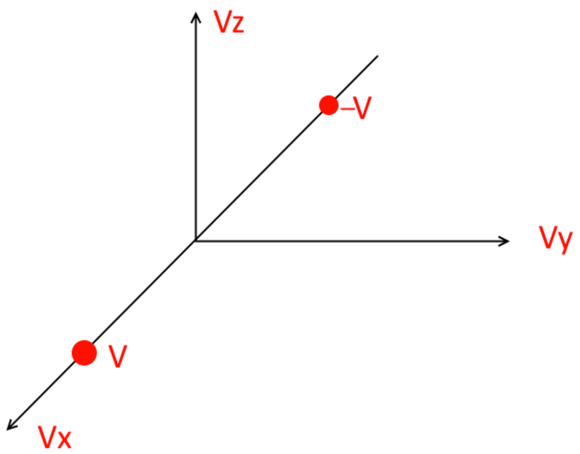
3.20. **Материальная точка запускается из начала координат вдоль оси $x$ и скользит без трения со скоростью $v$, периодически упруго отражаясь от стенок, расположенных в точках $x=0,\ x=L$. Построить график зависимости от времени $x$-координаты материальной точки.**



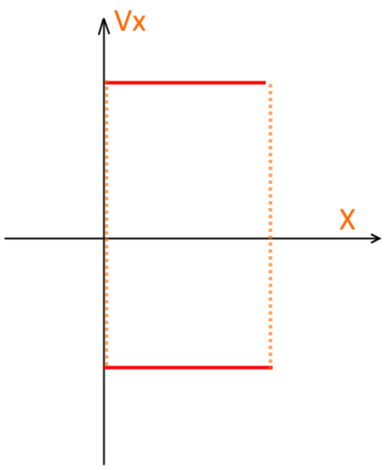

3.21. **Материальная точка запускается из начала координат вдоль оси $x$ и скользит без трения со скоростью $v$, периодически упруго отражаясь от стенок, расположенных в точках $x=0,\ x=L$. Построить график зависимости от времени $x$-проекции скорости материальной точки.**




3.22. **Материальная точка запускается из начала координат вдоль оси $x$ и скользит без трения со скоростью $v$, периодически упруго отражаясь от стенок, расположенных в точках $x = 0,\ x = L$. Построить годограф вектора скорости материальной точки.**




3.23. **Материальная точка опускается из начала координат вдоль оси $x$ и скользит без трения со скоростью $v$, периодически упруго отражаясь от стенок, расположенных в точках $x = 0,\ x = L$. Построить фазовый портрет движения материальной точки (график зависимости $X(v_x)$).**



3.24. **Дайте определение среднего ускорения материальной точки за время движения $[t,\ t+\delta t]$.**

Среднее ускорение - векторная физическая величина, равная отношению изменения скорости к промежутку времени, за который это изменение произошло.

$$\vec{a}_{\text{ср}} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \frac{\delta\vec{v}}{\delta t}$$

3.25. **Дайте определение мгновенного ускорения материальной точки в момент $t$.**

Мгновенное ускорение - векторная физическая величина, равная второй производной от радиус-вектора по времени и, соответственно, первой производной от мгновенной скорости по времени.

$$\vec{a}_{\text{мгн}} = \frac{d\vec{v}(t)}{dt} = \frac{d^2\vec{r}(t)}{dt^2}$$

3.26. **Как направлено среднее ускорение по отношению к годографу вектора скорости материальной точки?**

Сонаправлено вектору из начальной точки годографа в конечную.

3.27. **Как направлено мгновенное ускорение по отношению к годографу вектора скорости материальной точки?**

По касательной.

3.28. **Как построить вектор среднего ускорения за время движения $[t,\ t+\delta t]$, если даны три графика зависимостей от времени проекций вектора скорости материальной точки на оси декартовой системы координат?**

$$\vec{a} = \frac{\vec{v}(t+\delta t) - \vec{v}(t)}{\delta t}$$

$$\vec{v}(t+\delta t) = \vec{v}_x(t+\delta t) + \vec{v}_y(t+\delta t) + \vec{v}_z(t+\delta t)$$

$$\vec{v}(t) = \vec{v}_x(t) + \vec{v}_y(t) + \vec{v}_z(t)$$

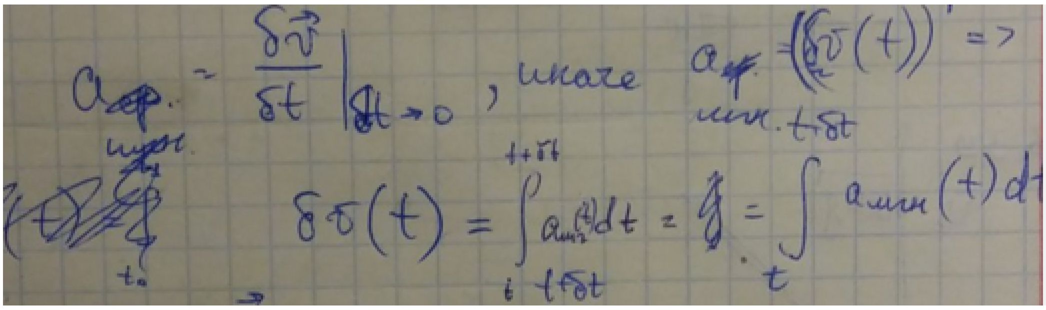
3.29. **Как построить вектор среднего ускорения за время движения $[t,\ t+\delta t]$, если даны три графика зависимостей от времени проекций вектора скорости материальной точки на оси декартовой системы координат?**

Чирцов заика (или зайка), Ctrl+C Ctrl+V применяет много.

3.30. **Как по вектору среднего ускорения $<a>$ на интервале времени $[t,\ t+\delta t]$ вычислить приращение скорости на этом временном промежутке?**

$$<\vec{a}> = \frac{\delta\vec{v}}{\delta t} \Rightarrow \delta\vec{v} = <\vec{a}> * \delta t$$

3.31. **Как по известной зависимости от времени мгновенного ускорения $a(t)$ вычислить приращение скорости на интервале времени $[t,\ t+\delta t]$?**



3.32. **Как по известной зависимости от времени мгновенного ускорения $a(t)$ вычислить ее среднее значение на интервале времени $[t,\ t+\delta t]$?**

$$a_{\text{мгн}} = \frac{\delta \vec{v}}{\delta t};\ a_{\text{ср}} = \frac{\int_{t}^{t+\delta t} a_{\text{мгн}}(t)dt}{\delta t}$$

3.33. **Как по известной зависимости от времени мгновенного ускорения $a(t)$ и известной скорости тела в начальный момент времени $v(t_0)$ вычислить вектор скорости материальной точки в момент времени $t_1$?**

$$\vec{v}(t_1) = \vec{v_0} + \int_{t_0}^{t_1} \vec{a_{\text{мгн}}}(t)dt$$

3.34. **Как построить вектор приращения скорости материальной точки на интервале времени $[t_1,\ t_2]$, если даны графики зависимостей от времени проекций ее ускорения на оси координат выбранной системы отсчета?**

Берем интеграл от проекций ускорений. Получаем приращение скорости по осям. Далее складываем вектора приращения скорости и строим получившийся вектор приращения скорости.

3.35. **Как по известной зависимости от времени ускорения материальной точки $a(t)$ и начальным значениям ее скорости $v_0$ и радиус вектора $r_0$ вычислить ее радиус-вектор в произвольный момент времени?**

$$\vec{r}(t) = \vec{r_0} + \vec{v_0}t + \frac{\vec{a}(t)*t^2}{2}$$

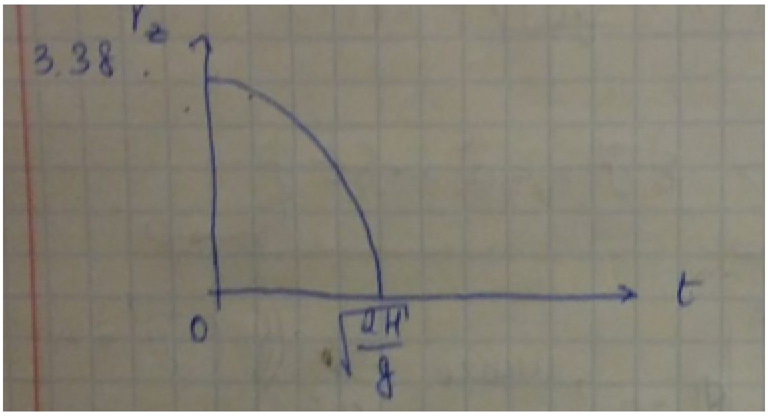
3.36. **Запишите общую формулу для зависимости от времени вектора скорости материальной точки, движущейся с постоянным ускорением $a_0$**

$$\vec{v}(t) = \vec{v}_0 + \vec{a}_0 t$$

3.37. **Запишите общую формулу для зависимости от времени радиус-вектора материальной точки, движущейся с постоянным ускорением $a_0$**

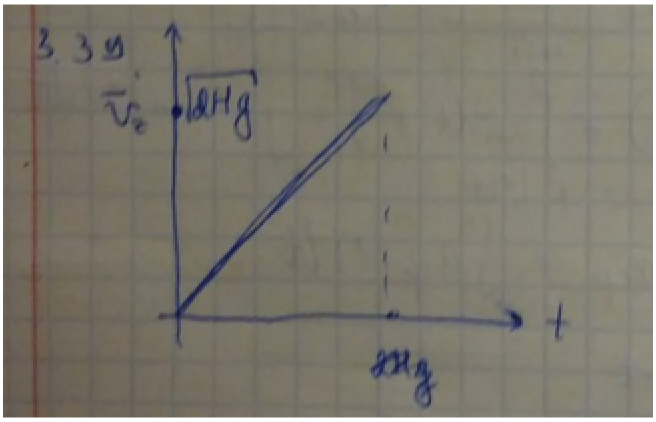
$$\vec{r} = \vec{r_0} + \frac{\vec{a}_0 t^2}{2}$$

3.38. **Точечное тело, поднятое над горизонтальной упругой плоскостью $z = 0$ на высоту $H$, отпускают без начальной скорости. Нарисуйте график зависимости от времени $z$-проекции радиус-вектора тела.**

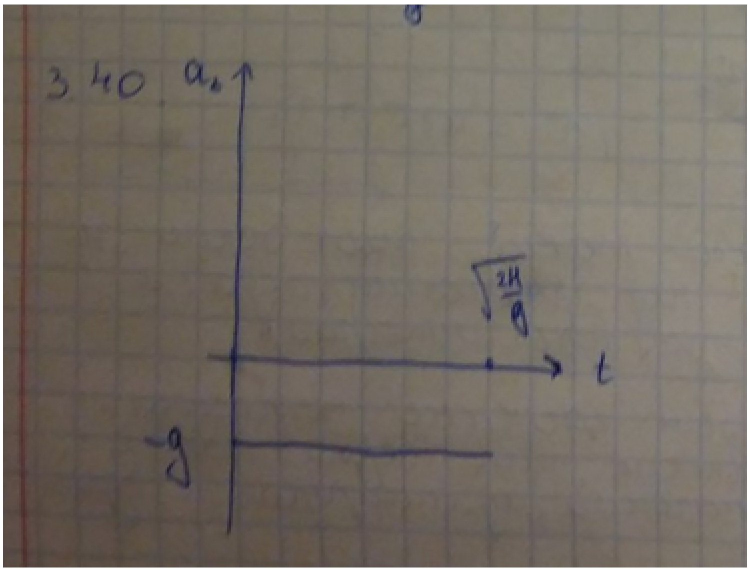



3.39. **Точечное тело, поднятое над горизонтальной упругой плоскостью $z = 0$ на высоту $H$, отпускают без начальной скорости. Нарисуйте график зависимости от времени $z$-проекции вектора скорости тела.**

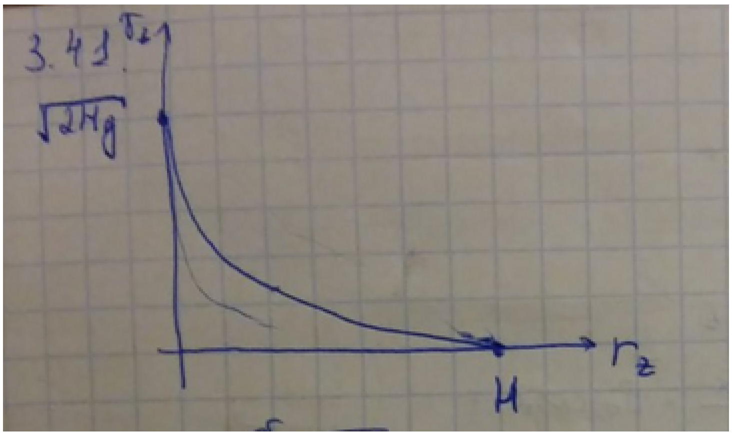
//Скорее всего прямая будет отражена относительна оси Ot, так как тело падает и вектор скорости направлен против + направления оси Oz.



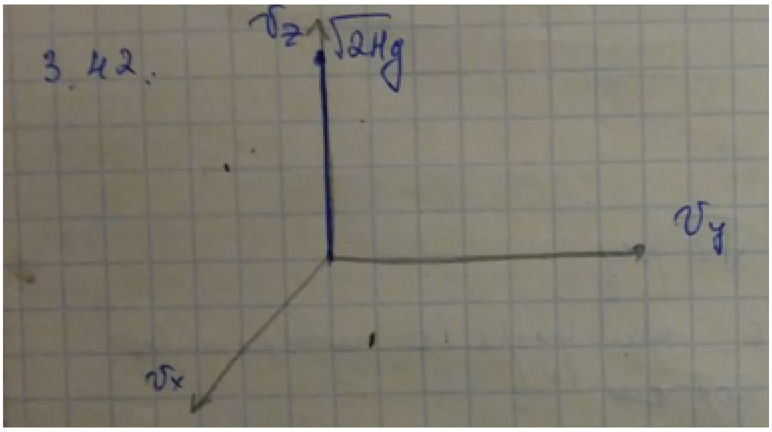

3.40. **Точечное тело, поднятое над горизонтальной упругой плоскостью $z = 0$ на высоту $H$, отпускают без начальной скорости. Нарисуйте график зависимости то времени $z$-проекции вектора ускорения тела.**



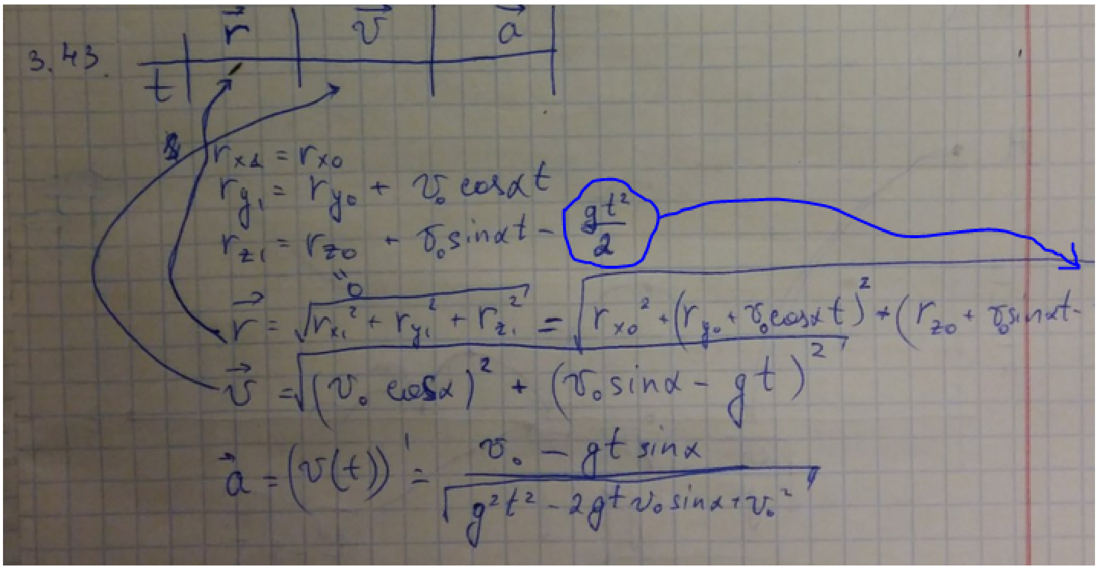
3.41. **Точечное тело, поднятое над горизонтальной упругой плоскостью $z = 0$ на высоту $H$, отпускают без начальной скорости. Нарисуйте фазовый портрет движения тела (зависимость $v_2$ от $r_2$).**




3.42. **Точечное тело, поднятое над горизонтальной упругой плоскостью $z = 0$ на высоту $H$, отпускают без начальной скорости. Нарисуйте годограф вектора скорости движения тела.**




3.43. **Точечное тело бросают с небольшой начальной скоростью под углом к горизонту. Запишите в виде столбцов его радиус-вектор, вектор скорости и вектор ускорения в момент времени $t < T$, где $T$ - время полета тела.**




//а как так получилось, что у вас вектора r и v равны скалярным величинам (корням)?

3.44. **Точечное тело бросают с небольшой начальной скоростью под углом к горизонту. Чему равно время полета тела?**

$$t = \frac{2v_0 sin\alpha}{g}$$

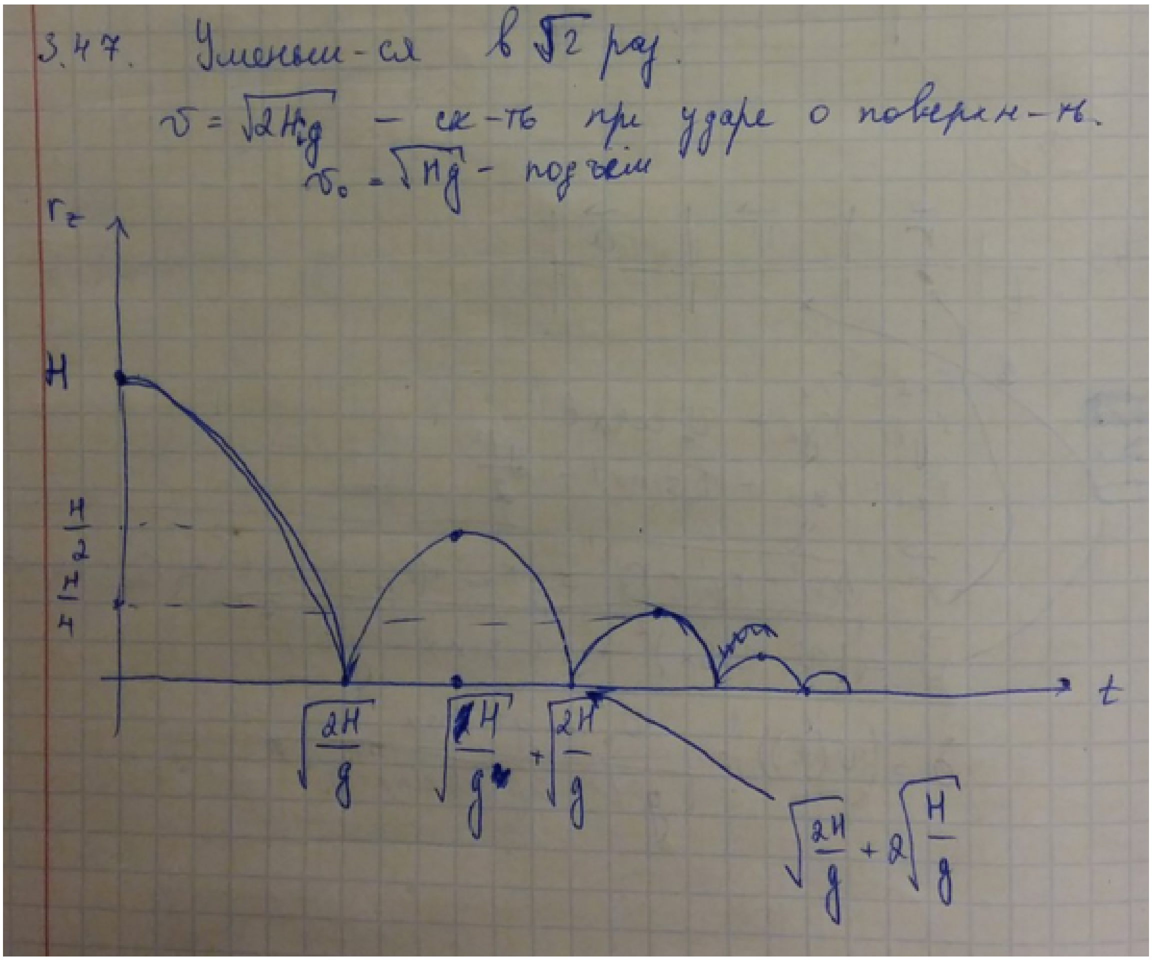
3.45. **Точечное тело бросают с небольшой начальной скоростью под углом к горизонту. Чему равна максимальная высота подъема тела?**

$$H = \frac{{v_0}^2 sin^2\alpha}{2g}$$

3.46. **Точечное тело бросают с небольшой начальной скоростью под углом к горизонту. Чему равна дальность полета тела?**

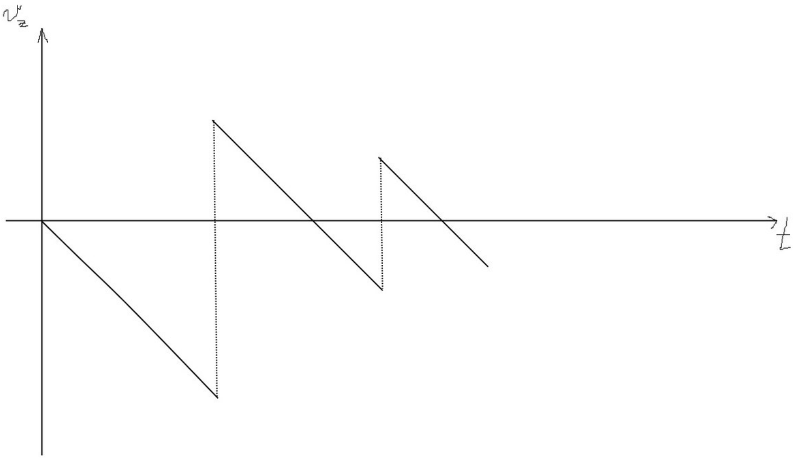
$$L = \frac{{v_0}^2 sin2\alpha}{g}$$

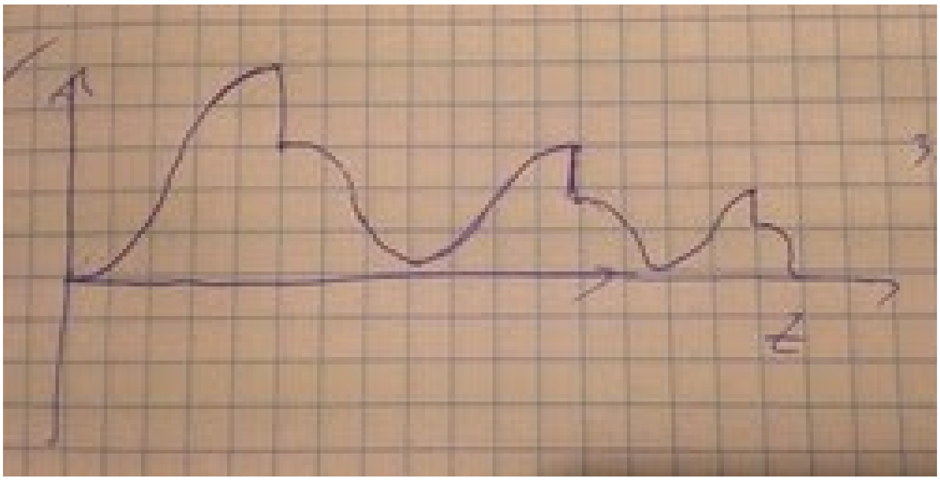
3.47. **Точечное тело, поднятое над горизонтальной плоскостью $z = 0$ на высоту $H$, отпускают без начальной скорости. Нарисуйте график зависимости от времени $z$-проекции радиус-вектора тела, если при каждом отскоке от плоскости скорость тела уменьшается в $\sqrt{2}$ раз.**



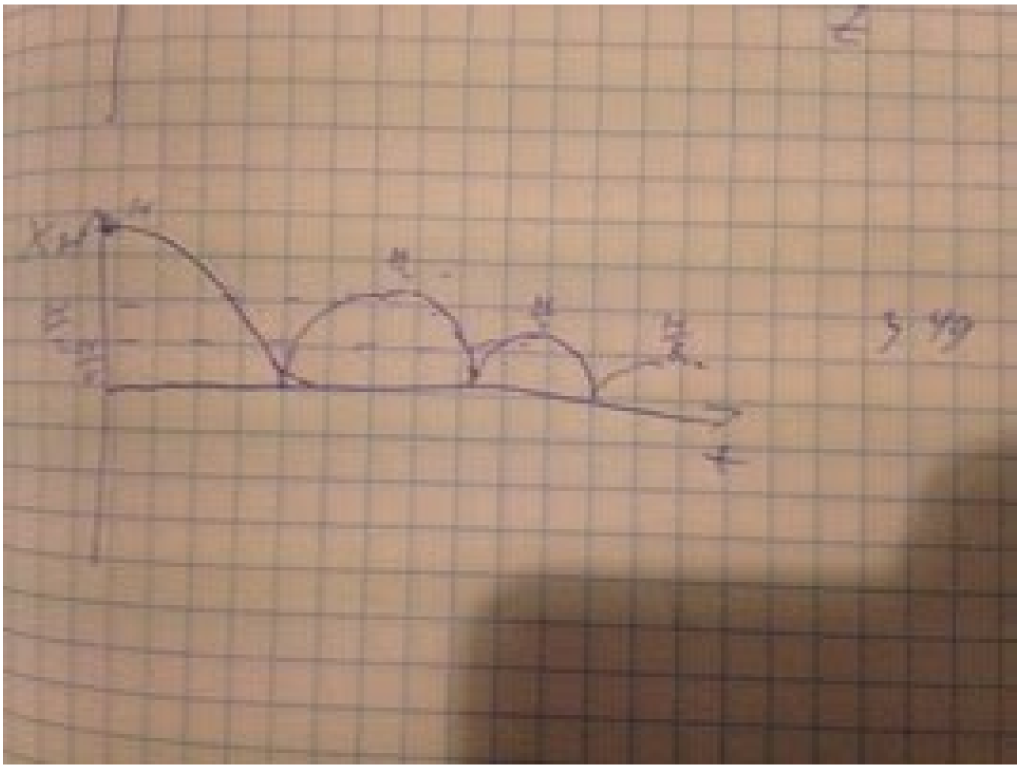

3.48. **Точечное тело, поднятое над горизонтальной плоскостью $z = 0$ на высоту $H$, отпускают без начальной скорости. Нарисуйте график зависимости от времени $z$-проекции скорости тела, если при каждом отскоке от плоскости скорость тела уменьшается в $\sqrt{2}$ раз.**

Тело движется то вверх, то вниз, почему проекция скорости всегда положительна?



3.49. **Точечное тело, поднятое над горизонтальной плоскостью $z = 0$ на высоту $H$, отпускают без начальной скорости. Нарисуйте фазовый портрет движения тела, если при каждом отскоке от плоскости скорость тела уменьшается в $\sqrt{2}$ раз.**



**Задачи пака 3. Кинематика поступательного движения.**

3.1. **Если покоившееся тело начинает двигаться равноускоренно, то за равные последовательные интервалы времени оно проходит отрезки путей, относящиеся как последовательные нечетные числа 1:3:5:… . Доказать.**

пусть

Пусть дана последовательность $x_n$, где $x_1 = t$

$d = t$, $x_n = t + t(n-1) = tn$

$$S_1 = \frac{at^2}{2}$$

$$\vdots$$

$$S_{n-1} = \frac{(n-1)^2 at^2}{2}$$

$$S_n = \frac{n^2 at^2}{2}$$

$$S_{n+1} = \frac{(n+1)^2 at^2}{2}$$

$$S_n - S_{n-1} = \frac{(2n-1)at^2}{2}$$

$$S_{n+1} - S_n = \frac{(2n+1)at^2}{2}$$

Как можно заметить числа $2n-1$ и $2n+1$ нечетные и последовательные (ч.т.д.)

Р. 3. 1. $\cancel{v_0 = 0}$ $a = const$ $\cancel{v_0 = 0}$ $\cancel{S = v_0 t + \frac{at^2}{2}}$

~~Докажем по ММИ~~

$\cancel{v_1 = v_0 + at_1 = at_1}$

$\cancel{v_n = v_0 + nat_1 = nat_1}$

$\cancel{S_{[n;n+1]} = S_n + v_n t_n + \frac{at_{n+1}^2}{2}}$

$S_x$ – пройденный путь, он пропорционален $t^2$, т.е. квадрату времени. Если рассматривать равные промежутки времени – $t_1, 2t_1, 3t_1$, то заметим:

$S_x \sim t^2$

$S_1 \sim 1$ $\quad S_1 = \frac{at_1^2}{2}$

$S_2 \sim 4$ $\quad S_2 = \frac{4at_1^2}{2}$

$S_3 \sim 9$ $\quad S_3 = \frac{9at_1^2}{2}$

ММИ: $\frac{S_1}{S_2} = \frac{at_1^2}{4at_1^2 - at_1^2} = \frac{1}{3}$ База

$$\frac{S_n}{S_{n+1}} = \frac{(2n-1)}{(2(n+1)-1)} = \frac{2n-1}{2n+1}$$

$$\cancel{\frac{S_{n+1}}{S_{n+2}} = \frac{2(n+1)-1}{2(n+2)-1} = \frac{2n+1}{}}$$

3.2. **Тело бросают из начала координат под углом $\alpha$ к горизонту с начальной скоростью $v_0$, направленной в плоскости $xOy$ ($y$ - вертикальная ось). Получить уравнение траектории $y(x)$.**

$$v_0 sin(\frac{x}{v_0 cos\alpha}) - \frac{gx^2}{2{v_0}^2 cos^2\alpha}$$

**//По-моему здесь бага**

Рассмотрим с самого начала

$$x(t) = v_0 cos(\alpha)t\,; \quad y(t) = v_0 sin(\alpha)t - \frac{gt^2}{2}\,; \quad t(x) = \frac{x}{v_0 cos(\alpha)}$$

Подставим и получим:

$$y(x) = \frac{v_0 sin(\alpha)x}{v_0 cos(\alpha)} - \frac{gx^2}{2{v_0}^2 cos^2(\alpha)} = tg(\alpha)x - \frac{gx^2}{2{v_0}^2 cos^2(\alpha)}$$

3.3. **Расположенное на совершенно ровной местности орудие выпускает снаряды с начальной скоростью $v_0$. Под каким углом следует произвести выстрел, для того, чтобы поразить мишень, расположенную на расстоянии $L$ от орудия?**

$$\alpha = \frac{arcsin(\frac{Lg}{{v_0}^2})}{2}$$ // или… см. картинку

$$S_{max} = \frac{{u_0}^2 sin(2\alpha)}{g}$$

α- искомый угол

3.4. **На некотором острове Бермудского Треугольника вектор ускорения свободного падения $g$ отклонен к югу от вертикали на угол $45^0$. На каком расстоянии от туземца упадет стрела, выпущенная им с начальной скоростью $v_0$ под углом $\alpha$ к горизонту в южном направлении?**

$$\frac{\sqrt{2} * {v_0}^2}{g}(1 - cos2\alpha + sin2\alpha)$$

3.5. **На некотором острове Бермудского Треугольника вектор ускорения свободного падения $g$ отклонен к югу от вертикали на угол $45^0$. На каком расстоянии от туземца упадет стрела, выпущенная им с начальной скоростью $v_0$ под углом $\alpha$ к горизонту в северном направлении?**

$$\frac{\sqrt{2} * {v_0}^2}{g}(1 - cos2\alpha - sin2\alpha)$$

3.6. **На некотором острове Бермудского Треугольника вектор ускорения свободного падения $g$ отклонен к югу от вертикали на угол $45^0$. На каком расстоянии от туземца упадет стрела, выпущенная им с начальной скоростью $v_0$ под углом $\alpha$ к горизонту в восточном направлении?**

$$\frac{\sqrt{6} * {v_0}^2 sin^2 2\alpha}{g}$$

**Вопросы пака 4. Движение тела по окружности.**

4.1. **Как определяется вектор приращения угла $\delta\varphi$ при повороте вокруг некоторой оси?**

$\delta\varphi = \vec{R}/r$ ??????????????, где r - радиус окружности, - $\vec{R}$ радиус вектор

*слухи из конспектов* вектор угла при плоском движении: 1) вектор угла перпендикуярен плоскости альфа и определяется по правилу правой руки 2) его длина равна значению угла в масштабе

4.2. **Дайте определение вектора мгновенной угловой скорости.**

Угловой скоростью называют векторную величину, характеризующую быстроту вращения твердого тела, определяемую как приращение угла поворота тела за промежуток времени.

$$\omega = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$$

4.3. **Дайте определение вектора мгновенного углового ускорения.**

За вектор углового ускорения ε при вращении тела вокруг неподвижной точки принимают вектор, который характеризует изменение угловой скорости $\omega$ в данный момент как по числовой величине, так и по направлению.

$$\vec{\varepsilon} = \frac{d\vec{\omega}}{dt} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta\vec{\omega}}{\Delta t}$$

4.4. **Чему равно перемещение материальной точки некоторой системы, положение которой задавалось радиус-вектором $r$, если система совершила поворот на бесконечно малый угол $\delta\varphi$?**

$r_{\text{иск}} = \delta\varphi\vec{R}$ ???????????

4.5. **Вычислите скалярное произведение двух векторов $A = (1,\ 2,\ 3)$ и $B = (6,\ 5,\ -1)$ (матрицы вертикальные!)**

$A * B = 6 + 10 - 3 = 13$

4.6. **Чему равен угол между векторами $A = (1,\ 2,\ 4)$ и $B = (2,\ 1,\ -1)$ (матрицы вертикальные!)?**

$$cos\varphi = \frac{A*B}{|A|*|B|} = 0 \Rightarrow \varphi = 90^0$$

4.7. **Вычислите векторное произведение двух веторов $A = (1,\ -2,\ 3)$ и $B = (-2,\ 4,\ -6)$ (матрицы вертикальные!)**

$A \times B = \{-24;\ -12;\ 0\}$

4.8. **Вычислите векторное произведение двух векторов $A = (5,\ 0,\ 0)$ и $B = (0,\ 0,\ 2)$ (матрицы вертикальные!)**

$A \times B = \{0;\ -10;\ 0\}$

4.9. $(e_z,\ e_x) = 0$

4.10. $(e_y,\ e_y) = \left|\vec{e_y}\right|^2$

4.11. $[e_z,\ e_x] = \vec{e_y}$

4.12. $[e_y,\ e_y] = 0$

4.13. **Упростить:** $[A,\ [B,\ C]] = B\,(A,\ C) - C\,(A,\ B)$

4.14. **Упростить:** $[[A,\ B],\ C] = B\,(A,\ C) - A\,(B,\ C)$

4.15. **Пусть** $A = (A_x,\ A_y,\ A_z)$ **и** $B = (B_x,\ B_y,\ B_z)$ **(матрицы вертикальные!).** $(A,\ B) = ?$

$(A,\ B) = A_xB_x + A_yB_y + A_zB_z$

4.16. **Пусть** $A = (A_x,\ A_y,\ A_z)$ **и** $B = (B_x,\ B_y,\ B_z)$ **(матрицы вертикальные!).** $[A,\ B] = ?$

$[A,\ B] = \{A_yB_z - A_zB_y;\ B_xA_z - A_xB_z;\ A_xB_y - B_zA_y\}$

4.17. **Как связаны между собой величины двух приведенных смешанных произведений:** $(A,\ [B,\ C])$ **и** $([C,\ A],\ B)$**?**

Они равны

4.18. **Как связаны между собой величины двух приведенных смешанных произедений:** $(A,\ [B,\ C])$ **и** $(C,\ [B,\ A])$**?**

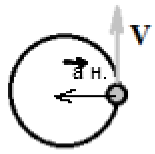
Они противоположны

4.19. **Как связаны между собой радиус-вектор материальной точки** $r$ **и векторы ее линейной и угловой скоростей?**

$$\vec{v} = [\vec{\omega}, \vec{R}]$$

4.20. **Материальная точка движется (замедляясь) по окружности радиусом** $R$ **с угловой скоростью** $\omega$ **и угловым ускорением** $\beta$**. Чему равна и куда направлена (нарисовать) нормальная составляющая линейного ускорения материальной точки?**

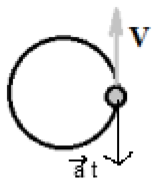
$$a_{\text{н}} = \frac{v^2}{R};\ \vec{v} = \vec{\omega}\vec{R};\ \Rightarrow a_{\text{н}} = \vec{\omega}^2\vec{R}$$




4.21. **Материальная точка движется (замедляясь) по окружности радиусом** $R$ **с угловой скоростью** $\omega$ **и угловым ускорением** $\beta$**. Чему равна и куда направлена (нарисовать) тангенсальная составляющая линейного ускорения материальной точки?**

$$a_\tau = \frac{dv}{dt}$$

$$\vec{v} = [\vec{\beta}; \vec{R}]$$




4.22. **Материальная точка движется по окружности, замедляясь. Нарисуйте векторы угловой скорости и углового ускорения.**

См. рисунок

4.23. **Запишите классический закон сложения скоростей.**

$$\vec{v_a} = \vec{v_r} + \vec{v_e}$$

Скорость движения тела относительно неподвижной системы отсчёта равна векторной сумме скорости этого тела относительно подвижной системы отсчета и скорости той точки подвижной системы отсчёта, в которой в данный момент времени находится тело.

4.24. **Запишите классический закон сложения ускорений.**

$$\vec{a} = \vec{a_e} + \vec{a_r} + \vec{a_k};\ \vec{a_k} = 2(\vec{\omega_e} \times \vec{v_r})$$

Абсолютное ускорение при сложном движении точки равно геометрической сумме ее относительного, переносного и кориолисова ускорений. Ускорение Кориолиса равно удвоенному векторному произведению вектора переносной угловой скорости на вектор относительной линейной скорости точки.

4.25. **Запишите преобразования Галилея.**

Если $S'$ движется относительно $S$ с постоянной скоростью $u$ вдоль оси $x$, а начала координат совпадают в начальный момент времени в обеих системах, то преобразования Галилея имеют вид:

$$\vec{r'} = \vec{r} - \vec{u}t,\ t' = t.$$

Из этих преобразований  следует соотношения между скоростями движения точки и её ускорениям:

$$\vec{v'} = \vec{v} - \vec{u},\ \vec{a'} = \vec{a}$$

$< \vec{v} >$ - средняя скорость тела $A$ относительно системы $K$;

$< \vec{v'} >$ - средняя скорость тела $A$ относительно системы $K'$;

$< \vec{v_0} >$ - средняя скорость системы $K'$ относительно системы $K$.

$$\vec{v} = \vec{v} + \vec{v'}$$

Скорость тела относительно неподвижной системы координат равна векторной сумме скорости тела относительно движущейся системы координат и скорости системы отсчета относительно неподвижной системы отсчета.

**Задачи пака 4. Движение тела по окружности.**

4.1. **Тело бросили под углом $\alpha$ к горизонту с начальной скоростью $v_0$. Чему равен радиус кривизны его траектории в точке максимального подъема?**

$$R_{кр} = \frac{V^2}{a_{цс}}$$


(из формулы центростремительного ускорения. $R = R_{кр}$)

Харак-ка в верхней точке: $a = g$;

$V_y = 0;\ V = V_x;$

$V_x = const(F \text{ по } O_x = 0);$

$V_x = V_0 * \cos\alpha$;

$$R_{кр} = \frac{V_0{}^2 * \cos^2\alpha}{g}$$

4.2. **Тело, вращавшееся по окружности радиусом $R$ с угловой скоростью $\omega_0$ начинает замедлять свое вращение, двигаясь с заданным постоянным угловым ускорением $\beta$. Какой путь пройдет тело за время от начала торможения до полной остановки?**

$t = \omega_0/\beta$

$\varphi(t) = \omega_o - \beta t$

$s = \varphi(t)R$

А если так?

$t_k = \frac{\omega_0}{\beta}$

$\varphi(t) = \omega_0 t - \frac{\beta t^2}{2}$

$S = \varphi(t_k)R = (\frac{\omega_0{}^2}{\beta} - \frac{\omega_0{}^2}{2\beta})R = \frac{\omega_0{}^2 R}{2\beta}$

4.3. **Источник звука частоты $\nu_0$ удаляется от наблюдателя со скоростью $v$. Какую частоту звука зафиксирует неподвижный наблюдатель, если скорость звука равна $V$.**

Эффект Доплера

$$T_0 = \frac{1}{\nu_0}$$

$$V' = V + v$$

$$\lambda = V'T_0 = (V + v)T_0$$

$$T = \frac{\lambda}{V} = \frac{(V+v)T_0}{V} = (1 + \frac{v}{V})T_0$$

$$\nu_{иск} = \frac{1}{T} = \frac{\nu_0}{1+\frac{v}{V}}$$

4.4. **Источник звука частоты $\nu_0$ приближается к наблюдателю со скоростью $v$. Какую частоту звука зафиксирует неподвижный наблюдатель, если скорость звука равна $V$.**

Эффект Доплера

$$T_0 = \frac{1}{\nu_0}$$

$$V' = V - v$$

$$\lambda = V'T_0 = (V - v)T_0$$

$$T = \frac{\lambda}{V} = \frac{(V-v)T_0}{V} = (1 - \frac{v}{V})T_0$$

$$\nu_{\text{иск}} = \frac{1}{T} = \frac{\nu_0}{1-\frac{v}{V}}$$

4.5. **Неподвижный источник звука излучает акустические колебания с частотой $\nu_0$. Звук какой частоты зафиксирует наблюдатель, движущийся к источнику звука со скоростью $u$. Скорость звука равна $V$.**

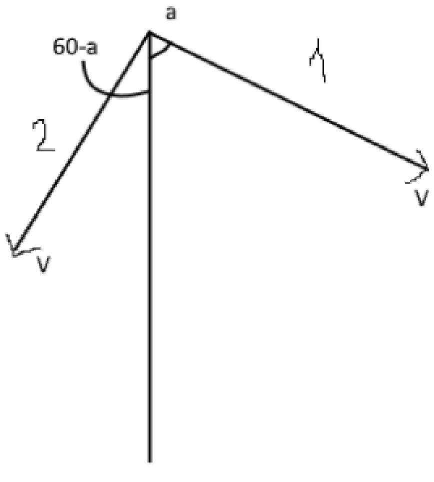
Эффект Доплера

$$\nu_{\text{набл}} = (1 + \frac{V_{\text{набл}}}{V}) * \nu_0$$

4.6. **Неподвижный источник звука излучает акустические колебания с частотой $\nu_0$. Звук какой частоты зафиксирует наблюдатеь, убегающий по прямой от источника звука со скоростью $u$. Скорость звука равна $V$.**

$$\nu_{\text{набл}} = (1 - \frac{V_{\text{набл}}}{V}) * \nu_0$$

4.7. **С высокой башни (из одной точки) одновременно бросают два тела, одинаковые по величине скорости которых $v$ направлены под углом $60^0$ друг к другу. На каком расстоянии тела окажутся через время $T$ после броска, если оно меньше времени падения каждого из тел на поверхность Земли?**



Напишем уравнение движения для первого и второго тел:

1) $x_1 = v * \sin\alpha * T$ ; $y_2 = v * \cos\alpha * T - \frac{g*T^2}{2}$

2) $x_2 = - v * \sin(60 - \alpha) * T$ ; $y_2 = v * \cos(60 - \alpha) * T - \frac{g*T^2}{2}$

Найдем расстояние между телами в момент времени T:

$R_x = x_1 - x_2 = vT(\sin\alpha - \sin(60 - \alpha)) = vT * \cos(\alpha - 30)$

$R_y = y_1 - y_2 = vT(\cos\alpha - \cos(60 - \alpha)) = - vT * \sin(\alpha - 30)$

$R_{xy}{}^2 = v^2T^2 * cos^2(\alpha - 30) + v^2T^2 * sin^2(\alpha - 30) = v^2T^2(\cos^2(\alpha - 30) + \sin^2(\alpha - 30)) = v^2T^2$

# 5. Вопросы пака 5. Классическая динамика.

## 5.1. Какие системы отсчета называются инерциальными?

Системы отсчёта, в которой все свободные тела движутся прямолинейно и равномерно или покоятся, называются инерциальными.

## 5.2. Сформулируйте первый закон Ньютона.

Существуют такие системы отсчёта, называемые инерциальными, относительно которых материальные точки, когда на них не действуют никакие силы (или действуют силы взаимно уравновешенные), находятся в состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения.

## 5.3. Как вводится вектор силы (величина и и направление)?

Рассмотрим инерциальную систему отсчета. Пусть тело в ней имеет ускорение. Тогда его можно скомпенсировать с помощью упругого тела (пружины). Существует единственный способ закрепить пружину так, чтобы она компенсировала ускорение. Тогда модуль силы определим как величину растяжения пружины. Направление силы противоположно направлению ускорения.

## 5.4. Сформулируйте второй закон Ньютона.

В инерциальной системе отсчёта ускорение, которое получает материальная точка с постоянной массой, прямо пропорционально равнодействующей всех приложенных к ней сил и обратно пропорционально её массе.

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$$

## 5.5. Дайте определение инертной массы.

Определение силы через пружины и компенсацию ускорению +

опыт показывает, что ускорение прямо пропорционально силе. Тогда

$$|m| = \frac{|F|}{|a|}$$

## 5.6. Перечислите основные свойства инертной массы (с точки зрения классической физики).

а) Принадлежит R;

б) >=0;

в) не зависит от кинематического состояния;

г) =сумме $m_j$

## 5.7. Сформулируйте третий закон Ньютона.

Материальные точки взаимодействуют друг с другом силами, имеющими одинаковую природу, направленными вдоль прямой, соединяющей эти точки, равными по модулю и противоположными по направлению:

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

5.8. **Запишите уравнение движения для классической частицы и сформулируйте теорему о единственности его решения.**

$$\frac{d^2 r}{dt^2} = \frac{1}{m} F\left(t, \vec{r}, \frac{d\vec{r}}{dt}\right)$$

Теорема: система вида

- уравнение движения
- $\vec{r}(0) = \vec{r}_0$
- $\vec{v}(0) = \vec{v}_0$

имеет единственное решение

5.9. **Перечислите основные типы фундаментальных взаимодействий, признаваемые современной физикой.**

Электромагнитное, сильное, слабое, гравитационное.

5.10. **Какой тип фундаментальных взаимодействий доминирует в макромире?**

Электромагнитные формально сильнее, но доминируют гравитационные, ибо заряды во Вселенной в среднем скомпенсированы. И её эволюция очень слабо зависит от электромагнитных. Формулировка не совсем точная, но обычно, задавая такой вопрос, хотят услышать о гравитации.

5.11. **Почему электромагнитные взаимодействия играют второстепенную роль в физике космоса, несмотря на то, что они существенно интенсивнее гравитационных?**

Электромагнитные взаимодействия играют ограниченную роль потому, что существуют электрические заряды двух знаков и заряженные частицы стремятся к образованию нейтральных систем, поле которых (за исключением порождаемого ими излучения) локализовано в них самих.

5.12. **Почему современное естествознание не включает биополе в реестр фундаментальных взаимодействий?**

Нет доказательства существования; нет никаких противоречий и ситуаций, которые не могли бы описать текущие взаимодействия, т.е. нет необходимости в биополе.

© (бредбредбред от Чирцова)

5.13. **В чем состояло заблуждение Лапласа, пытавшегося обосновать детерминированность нашего мира, исходя из свойств классического уравнения движения?**

Полагал, что закон Ньютона описывают мир полностью( везде), а на самом деле они описывают мир при скоростях, много меньших скорости света (v<<c).

5.14. **По какой траектории и с каким ускорением движется тело, если оно испытывает действие только силы тяжести $mg$?**

Если тело находится над поверхностью земли - то тело движется вниз (падает), ускорение тела $= g$ (ускорению свободного падения).

5.15. **Сформулируйте закон Архимеда.**

На неподвижное тело, погружённое в неподвижную жидкость (или газ), действует выталкивающая сила, равная весу жидкости (или газа) в объёме тела.

$$F_{\text{A}} = \rho * g * V$$

5.16. **Что называется весом тела?**

Вес тела - сила воздействия тела на опору или подвес, препятствущая падению, возникающая в поле сил тяжести.

$$P = m * g$$

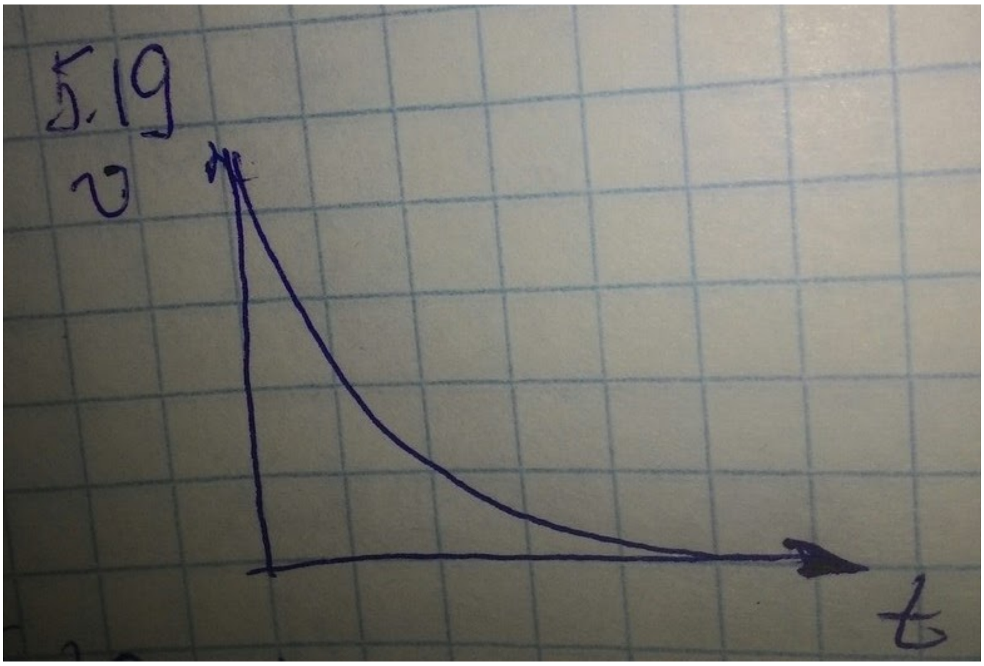
5.17. **Что можно сказать о величине силы сухого трения между двумя телами, поверхности которых соприкасаются?**

Сухое, когда взаимодействующие твёрдые тела не разделены никакими дополнительными слоями/смазками (в том числе и твердыми смазочными материалами) — очень редко встречающийся на практике случай. Характерная отличительная черта сухого трения — наличие значительной силы трения покоя

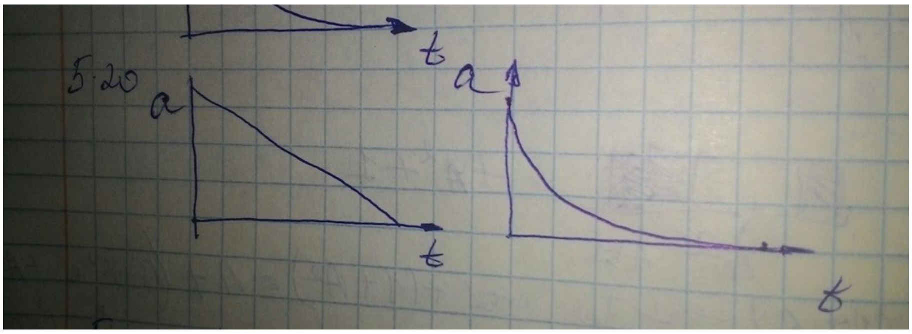
$$F_{\text{тр}} = N\mu$$

5.18. **Что можно сказать о силе вязкого трения, действующего на тело, движущееся в газе со скоростью $v$?**
При небольших скоростях пропорциональна скорости, при больших - ее квадрату. Сила вязкости зависит от площади соприкосновения и плотности газа.

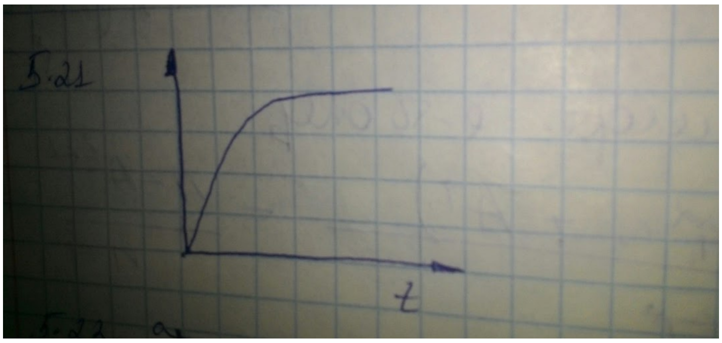
5.19. **Тело скользит по горизонтальной плоскости, испытывая действие только силы вязкого трения. Нарисуйте примерный график зависимости скорости тела от времени.**



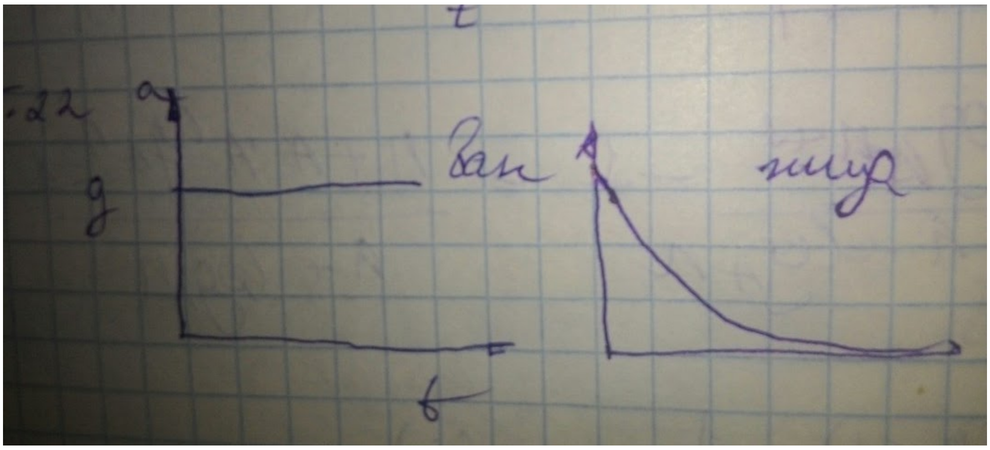

5.20. **Тело скользит по горизонтальной плоскости, испытывая действие только силы вязкого трения. Нарисуйте примерный график зависимости ускорения тела от времени.**



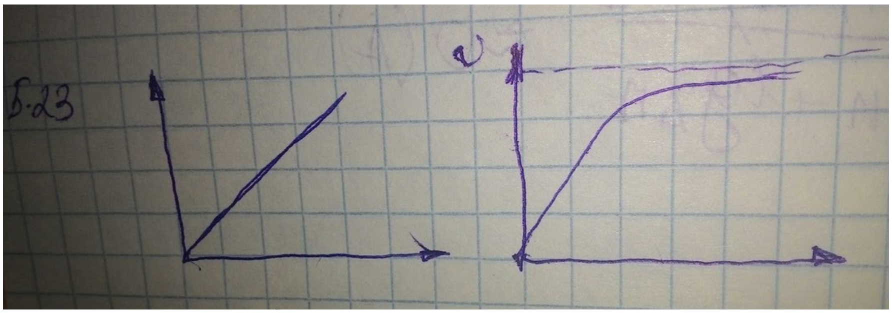

5.21. **Тело скользит по горизонтальной плоскости, испытывая действие только силы вязкого трения. Нарисуйте примерный график зависимости координаты тела от времени.**



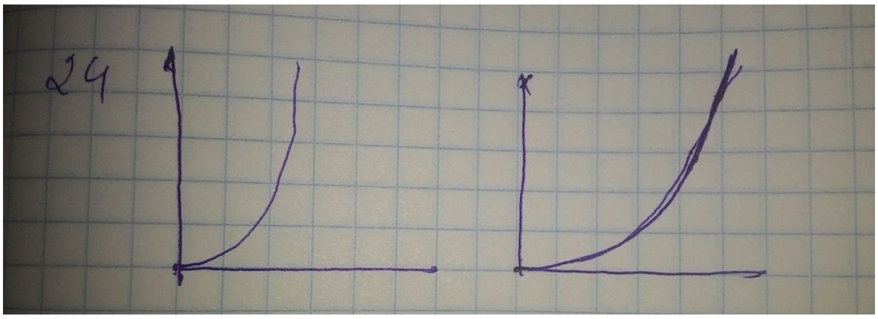

5.22. **Два одинаковых покоившихся тела начинают падать. Одно - в вакууме, другое - в жидкости, плотность которой в два раза меньше, чем плотность тела. Постройте в одних координатах примерные графики зависимости от времени ускорений.**



5.23. **Два одинаковых покоившихся тела начинают падать. Одно - в вакууме, другое - в жидкости, плотность которой в два раза меньше, чем плотность тела. Постройте в одних координатах примерные графики зависимости от времени скоростей обоих тел.**




5.24. **Тело массой $m$, покоившееся в начале координат, начало испытывать действие силы, величина которой изменяется во времени о известному закону: $F = F(t)$. Запишите выражения для ускорения, скорости и радиус-вектора тела в произвольный момент времени $t$.**



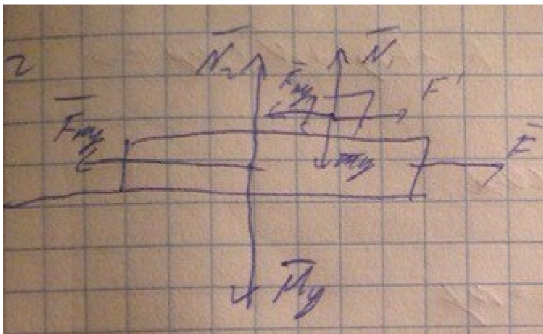

5. **Задачи пака 5. Классическая динамика.**

5.1. **Рассчитайте вес тела массой $m$ и плотностью $\rho_1$, которое взвешивается на поверхности планеты, атмосфера которой имеет плотность $\rho_2$.**

Предположим, что мы знаем ускорение свободного падения на планете, иначе задача кажется нерешаемой.Пусть так :)

$$P = F_T - F_A = mg - \rho_2 V g = g(m - \tfrac{\rho_2 m}{\rho_1}) = mg(1 - \tfrac{\rho_2}{\rho_1})$$

5.2. **Тело массой $m$ покоится на доске массой $M$, расположенной на горизонтальной поверхности. Коэффициент трения между всеми соприкасающимися поверхностями равен $\mu$. С какой силой надо действовать на доску, для того, чтобы тело начало проскальзывать относительно ее поверхности?**



$F_{тр} = \mu N \qquad N = (M+m)g$

$F_{тр} = \mu g(M+m)$

$F = \cancel{ma}\ (M+m)a + \mu g(M+m)$

$a = \dfrac{F - \mu g(M+m)}{M+m}$

$F_{тр}' = ma$

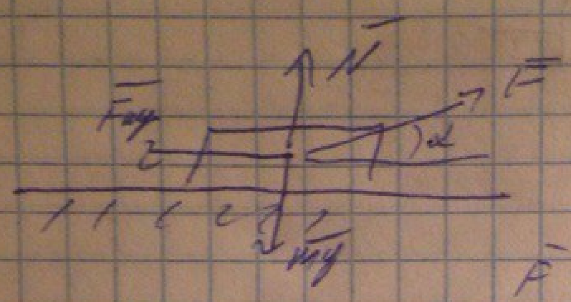
$\mu m g = \dfrac{m(F - \mu g(M+m))}{(M+m)}$

$F = 2\mu g(M+m)$

5.3. **С какой силой, направленной под углом $\alpha$ к горизонту, следует действовать на покоящееся на горизонтальной поверхности тело для того, чтобы оно начало двигаться, если коэффициент трения меду телом и опорой равен $\mu$?**

$$F = \mu g(M+m)$$

5.3




$$\vec F + \vec F_{тр} + \vec N + m\vec g = 0$$

Ox: $F_{тр} = F\cos\alpha$

Oy: $N + F\sin\alpha = mg$

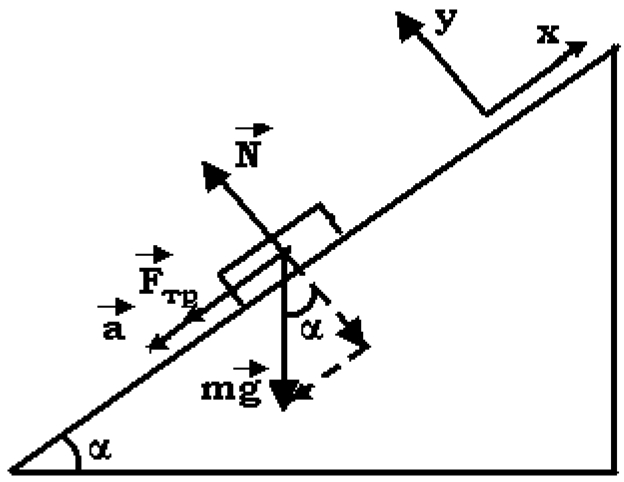
$$N = mg - F\sin\alpha$$

$$F_{тр} = \mu N = \mu mg - \mu F\sin\alpha$$

$$\mu mg - \mu F\sin\alpha = F\cos\alpha$$

$$F = \frac{\mu mg}{\mu\sin\alpha + \cos\alpha}$$

5.4. **Автомобиль, движущийся с включенным мотором, со скоростью $v_0$ подъезжает к началу подъема дороги, на котором она составляет угол $\alpha$ с горизонтом. На какую максимальную высоту поднимется автомобиль, если коэффициент трения его колес о дорогу равен $\mu$?**




2 закон Ньютона : $\vec{F}_p = m\vec{a}$;

Равнодействующая сила : $\vec{F}_p = m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{тр}$;

Проекции на оси:

x: $-mg * \sin\alpha - F_{тр} = -ma$;

y: $-mg * \cos\alpha + N = 0$;

$F_{тр} = \mu N = \mu mg * \cos\alpha$;

$\Rightarrow a = \frac{mg*\sin\alpha + F_{тр}}{m} = \frac{mg*\sin\alpha + \mu mg*\cos\alpha}{m} = g(\sin\alpha + \mu * \cos\alpha)$;

Путь S, пройденный автомобилем по наклонной плоскости :

$$S = \frac{V_0^2}{2a} = \frac{V_0^2}{2g(\sin\alpha + \mu*\cos\alpha)}$$

## Высота подъема:

$$H = S * \sin\alpha = \frac{V_0^2}{2g(\sin\alpha + \mu*\cos\alpha)} * \sin\alpha = \frac{V_0^2}{2g(1 + \mu*ctg\,\alpha)}.$$

# 6. Вопросы пака 6. Законы сохранения.

## 6.1. Дайте определение импульса материальной точки.

Импульс материальной точки - физическая векторная величина, прямо пропорциональная массе тела и скорости его движения.

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

## 6.2. Запишите импульсную формулировку второго закона Ньютона.

В инерциальных системах отсчёта производная импульса материальной точки по времени равна действующей на неё силе.

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F}$$

## 6.3. Как вводится вектор силы (величина и направление)?

$\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F}$ , где $\vec{p} = m\vec{v}$ - импульс материальной точки, $\vec{v}$ - ее скорость.

$\vec{F}$ - мгновенное значение силы в данный момент времени

Направление силы - равнодействующая всех сил, действующих на тело.

На самом деле:

Рассмотрим инерциальную систему отсчета. Пусть тело в ней имеет ускорение. Тогда его можно скомпенсировать с помощью упругого тела (пружины). Существует единственный способ закрепить пружину так, чтобы она компенсировала ускорение. Тогда модуль силы определим как величину растяжения пружины. Направление силы противоположно направлению ускорения.

## 6.4. Что называется импульсом системы материальных точек?

Импульс системы материальных точек равен сумме импульсов всех точек, входящих в систему.

$$\vec{p} = \sum_i \vec{p}_i = \sum_i m_i \vec{v}_i$$

## 6.5. Сформулируйте теорему о скорости изменения импульса системы материальных точек.

Приращение импульса системы материальных точек равно геометрической сумме всех действующих на систему внешних сил.

$$\frac{dp}{dt} = \sum_i F_i$$

## 6.6. В каких системах полный импульс сохраняется во времени?

В замкнутых системах (векторная сумма всех внешних сил равна 0).

6.7. **Какая точка называется центром масс системы материальных точек?**

Центр масс - условная точка, представляющая собой одну из геометрических характеристик распределения масс в системе. Её радиус-вектор равен:

$$\vec{r_c} = \frac{\sum_i m_i \vec{r}_i}{\sum_i m_i}$$

6.8. **Как связан импульс системы материальных точек со скоростью движения центра масс?**

$$v = \frac{1}{M}\frac{d}{dt}\sum m_i r_i = \frac{1}{M}\sum m_i v_i = \frac{\vec{p}}{M} \Rightarrow \vec{p} = Mv$$

6.9. **Запишите уравнение движения центра масс системы материальных точек.**

Движение центра масс определяется внешними силами.

$\vec{a}_{\text{c}} = \dfrac{\sum_i m_i \vec{a}_i}{M} = \dfrac{\vec{F}}{M}$, где $\vec{a}_i$ - ускорение материальной точки с номером $i$, $\vec{F}$ - сумма внешних сил.

6.10. **Дайте определение момента импульса материальной точки.**

$\vec{L} = [\vec{r}, \vec{p}]$, где $\vec{r}$ - радиус вектор данной точки, $\vec{p}$ - импульс данной точки.

6.11. **Чем определяется скорость изменения момента импульса материальной точки.**

$$\frac{d\vec{l}}{dt} = \left[\frac{d\vec{r}}{dt}, \vec{p}\right] + \left[\vec{r}, \frac{d\vec{p}}{dt}\right] = [\vec{v}, \vec{p}] + \left[\vec{r}, \vec{F_\Sigma}\right] = \left[(\vec{r}), (\vec{F_\Sigma})\right] = (\vec{M})$$

6.12. **Дайте определение момента силы.**

Момент силы - векторная физическая величина, равная векторному произведению радиус-вектора (проведённого от оси вращения к точке приложения силы) на вектор этой силы. Характеризует вращательное действие силы на твёрдое тело.

$\vec{M} = \left[\vec{r}, \vec{F}\right]$

6.13. **Какая величина называется моментом импульса системы материальных точек?**

Геометрическая сумма векторов моментов импульса, действующих на каждую материальную точку.

$\vec{L} = \sum_i \vec{L}_i = \sum_i \left[\vec{r}_i, \vec{p}_i\right]$, где $\vec{r}$ - радиус вектор $i$ точки, $\vec{p}$ - импульс $i$ точки.

6.14. **В каких системах сохраняется момент импульса?**

В системах, где действуют только центральные силы

6.15. **Дайте определение работы силы на заданном участке криволинейной траектории.**

$$W = \int_0^s F(s)ds = [\text{если } s \text{ зависит от функции}] = \int_0^s F(s(f))s'(f)df$$

6.16. **Сформулируйте теорему об изменении кинетической энергии.**

Изменение кинетической энергии системы равно работе всех внутренних и внешних сил, действующих на тела системы.

6.17. **Какие силы называют потенциальными?**

Силы, работа которых определяется только начальным и конечным положением точки (такие силы, работа которых по любой замкнутой траектории равна 0)

6.18. **Дайте определение потенциальной энергии точечного тела, помещенного в заданную точку пространства.**

Работа, необходимая, чтобы переместить тело в точку, потенциал которой принят равным нулю.

6.19. **Дайте определение полной механической энергии материальной точки, пространственное положение которой определено.**

Сумма кинетической и потенциальной энергий

6.20. **Сформулируйте теорему об изменении полной механической энергии.**

Изменение полной механической энергии системы равно сумме работы сил трения и изменения во времени потенциальной энергии, обусловленного нестационарностью действующих на систему сил

6.21. **Что можно сказать об изменении механической энергии в замкнутых системах?**

Механическая энергия постоянна

6.22. **Что можно сказать об изменении механической энергии в потенциальных системах?**

Она сохраняется

6.23. **Что можно сказать об изменении механической энергии в диссипативных системах?**

Убывает

6.24. **Какие силы называются центральными?**

Сила, линия действия которой при любом положении тела, к которому она приложена, проходит через точку, называемую центром силы

6.25. **Какие механические величины сохраняются в системах, где действует только центральные силы?**

Момент импульса и механическая энергия

## 6. Задачи пака 6. Законы сохранения.

**6.1. Змея с массой $M$, равномерно распределенной вдоль всей ее длины $L$, равномерно встает на хвост за время $T$. Чему равен вес змеи во время этой процедуры?**

| | | |
|---|---|---|
| $\frac{\Delta \mathbf{p}}{\Delta t} = M\mathbf{g} + \mathbf{N}$ | (7.4) | Импульсная формулировка второго закона ньютона для встающей на хвост кобры. |
| $\frac{m(t+\Delta t)v - m(t)v}{\Delta t} = N - Mg$ | (7.5) | Проекция (6.4) на ось, направленную вертикально вверх. |
| $m(t) = M\frac{vt}{L} \Rightarrow \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{Mv^2}{L} \Rightarrow$ $N = Mg + \frac{Mv^2}{L} = Mg + \frac{ML^2}{T}$ | (7.6) | Зависимость от времени массы вертикально расположенной части тела кобры и окончательное выражение для веса встающей на хвост змеи. |

*Ответ:* вес встающей на хвост кобры равен $N = M\left(g + \frac{L^2}{T}\right)$

**6.2. Снаряд, выпущенный из пушки с начальной скоростью $v_0$ под углом $\alpha$ к горизонту, взрывается в верхней точке траектории, распадаясь на две одинаковые половинки. Одни из них летит обратно и падает в пушку. На каком расстоянии от пушки упадет вторая половинка?**

| | | |
|---|---|---|
| $\frac{\Delta \mathbf{P}}{\Delta t} = m\mathbf{g} \Rightarrow \frac{\Delta P_x}{\Delta t} = 0 \Rightarrow P_x = const$ | (7.9) | В рассматриваемой системе сохраняется проекция импульса на горизонтальную ось |
| $P_x(\text{до взрыва}) = mv_0 \cos\alpha$ | (7.10) | X-проекция импульса ядра с момента выстрела до момента взрыва не изменяется во времени (т.к. сила тяжести направлена перпендикулярно вниз) |
| $mv_0\cos\alpha = -\frac{1}{2}mv_0\cos\alpha + \frac{1}{2}mu \Rightarrow$ $u = 3v_0\cos\alpha$ | (7.11) | После взрыва один из осколков ядра изменяет свою скорость на противоположную, другой - приобретает скорость u. |
| $L_2 = 3L_1 = \frac{3}{2}\frac{v_0^2}{g}\sin(2\alpha)$ | (7.12) | Поскольку времена падения двух осколков равны, а скорости отличаются в 3 раза, горизонтальные отрезки путей , проходимых осколками, отличаются так же в 3 раза. |
| $L = L_1 + L_2 = 2\frac{v_0^2}{g}\sin(2\alpha)$ | (7.13) | Расстояние от пушки до точки падения второго осколка. |

*Ответ:* второй осколок упадет на расстоянии $L = 2\frac{v_0^2}{g}\sin(2\alpha)$ от пушки.

**6.3. В далеком и пустом космосе два пластилиновых шарика с массами $m_1$ и $m_2$ летевшие со скоростями $v_1$ и $v_2$, сталкиваются и слипаются. Найти скорость возникшей при столкновении системы.**

По определению импульса. Сумма импульсов каждого из тел равен общему импульсу тел. Найдем искомую скорость.

$$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = (m_1 + m_2) * \vec{v}$$

$$\vec{v} = \frac{m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2}{m_1 + m_2}$$

6.4. **Лыжник, покоившийся на склоне длиной $L$, составляющем угол $\alpha$ с горизонтом, начинает скользить вниз и, оказавшись на горизонтальном участке, движется равнозамедленно. Какой путь по горизонтальному участку он проедет до полной остановки, если коэффициент трения лыж о поверхность везде равен $\mu$?**

Потенциальная энергия лыжника на вершине склона составляет $mgLsin(\alpha)$, причем эта энергия будет равна работе силы трения на всём участке пути. $F_{тр} = N\mu$, во время движения по наклонной плоскости работа силы трения равна $mgL\mu cos(\alpha)$, а на горизонтальном участке пути $smg\mu$:

$$(mgL\mu\cos\alpha) + (smg\mu) \;=\; mgL\sin\alpha\,;\; s = L(\tfrac{\sin\alpha}{\mu} - \cos\alpha)\,.$$

6.5. **Конькобежец массой $m$ подъезжает со скоростью $v_0$ к началу пологого склона айсберга массой $M$ и по инерции начинает скользить вверх. На какую максимальную высоту поднимется конькобежец, если айсберг может скользить без трения по горизонтальной поверхности льда?**

Воспользуемся законами сохранения импульса и энергии. Импульсы системы до и после взаимодействия равны:

$p = p' = mv_0 = (m + M)v$ (1), где $v$ - скорость тела айсберг-конькобежец в момент когда конькобежец достигнет верхней точки.

Также равны полная энергия системы до и после взаимодействия:

$E = E' = \frac{mv_0{}^2}{2} = \frac{(m+M)v^2}{2} + mgh$ (2), где $h$ - высота на которую поднялся конькобежец.

Выразим $v$ из первой формулы и подставим во вторую, выполним всякие преобразования :D и получим:

$$h = \frac{v_0{}^2(\frac{1}{2} - \frac{m}{(m+M)})}{g}$$

6.6. **Покоившееся на вершине сферического купола небольшое тело начинает скользить вниз с нулевой начальной скоростью. В какой точке тело оторвется от поверхности купола?**

В момент отрыва тела сила реакции опоры равна нулю. Составим уравнение сил в проекции на нормаль движение тела;

$\frac{mv^2}{R} = mgcos(\alpha)$ (1), где $\alpha$ - угол между вертикалью и радиус-вектором тела.

Теперь запишем закон сохранения энергии. В начале движения тело обладает энергией $mgR$, а в момент отрыва в точке, высота которой $h$ энергия равна $mgh$. Разность энергий пошла на набор телом кинетической энергии, откуда:

$mg(R - h) = \frac{mv^2}{2}$ (2).

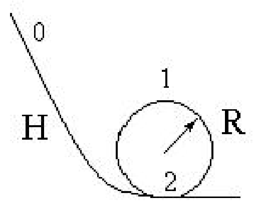
Из (1) $mg = \frac{mv^2}{Rcos(\alpha)}$, в момент отрыва $cos(\alpha) = \frac{h}{R}$, подставив полученное уравнение во второе получим:

$$\frac{mv^2(R-h)R}{Rh} = \frac{mv^2}{2}$$

В итоге получаем $\frac{R-h}{h} = \frac{1}{2}$, откуда $h = \frac{2R}{3}$.

6.7. **С какой высоты нужно запустить покоившуюся тележку для того, чтобы она преодолела “мертвую петлю”. Трения нет.**

***Решение:***

| | | |
|---|---|---|
|   $m\mathbf{a} = m\mathbf{g} + \mathbf{N}$ | (9.2) | Второй закон Ньютона для тележки в произвольной точке траектории |
| $m\frac{v_1^2}{R} = mg + N_1 \geq mg$ | (9.3) | Условие прохождения тележкой "самой опасной" точки траектории в вершине мертвой петли. |
| $m\frac{v_{1min}^2}{2} = \frac{1}{2}mgR$ | (9.4) | Минимальная кинетическая энергия тела в верхней точке мертвой петли. |
| $mgH_{min} = mg2R + \frac{mv_{1min}^2}{2} = \frac{5}{2}mgR \Rightarrow H_{min} = \frac{5}{2}R$ | (9.5) | Закон сохранения механической энергии, и минимальная высота старта тележки. |

# 7. Вопросы пака 7. Закон всемирного тяготения.

## 7.1. Сформулируйте законы Кеплера.

1 закон: Все планеты движутся по эллиптическим орбитам, в одном из фокусов которых находится Солнце

2 закон: Радиус-вектор планеты описывает в равные промежутки времени равные площади

3 закон: Квадраты периодов обращения планет относятся как кубы больших полуосей их орбит

$\frac{T^2}{a^3} = const$, или $\frac{{T_1}^2}{{a_1}^3} = \frac{{T_2}^2}{{a_2}^3}$

## 7.2. Какая кривая называется эллипсом.

Эллипс — плоская кривая, являющаяся геометрическим местом точек, сумма расстояний от каждой из которых до двух фиксированных точек, называемых фокусами, есть величина постоянная.

## 7.3. Следствием какого закона сохранения является третий закон Кеплера?

Закон сохранения энергии

## 7.4. Сформулируйте закон всемирного тяготения.

$F = G * \frac{m_1 * m_2}{R^2}$, где $G = 6,67 * 10^{-11} \text{м}^3/(\text{кг} * \text{с}^2)$ - гравитационная постоянная.

## 7.5. Какие физические допущения необходимо сделать для того, чтобы из законов небесной механики Ньютона получить законы Кеплера.

**шта?**

save our souls

“Чтобы изучать движение небесных тел, познакомимся с силой гравитации. Лучше всего это сделать на примере взаимного движения двух тел: компонентов двойной звезды или Земли вокруг Солнца (для простоты предполагая, что другие планеты отсутствуют). К таким системам применимы законы Кеплера.”

Не это? Забить на то что есть другие тела? Написано “к таким системам применимы з. Кеплера” К каким таким? Которые состоят из двух тел.

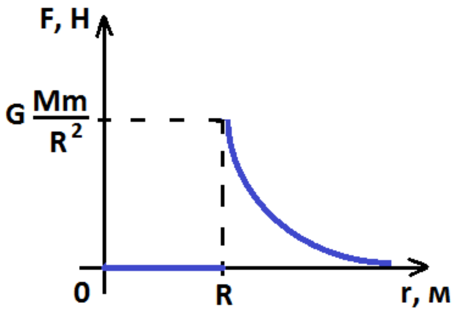
Солнце - инерциальная система отсчета.

## 7.6. В каких системах полный импульс сохраняется во времени?

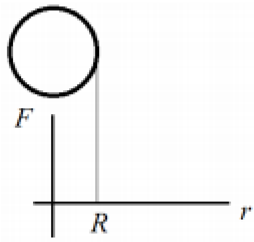
В замкнутых системах(т.е. в таких где векторная сумма всех внешних сил равна нулю.)

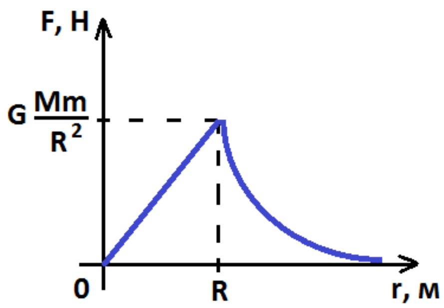
## 7.7. Точечное тело массой $m$ находится на расстоянии $r$ от центра полой внутри сферической оболочки массой $M$ и радиусом $R$. Нарисуйте график зависимости величины силы гравитационного

**взаимодействия между телом и оболочкой в зависимости от расстояния $r$.**




7.8. **Точечное тело массой $m$ находится на расстоянии $r$ от центра однородного шара массой $M$ и радиусом $R$. Нарисуйте график зависимости величины силы гравитационного взаимодействия между телом и шаром в зависимости от расстояния $r$.**




7.9. **Как называется ускорение, возникающее в случае движения под действием одних только гравитационных сил?**

Ускорение свободного падения

7.10. **Какое движение называется свободным падением?**

Свободное падение - это равноускоренное движение под действием силы тяжести, когда другие силы, действующие на тело, отсутствуют, скомпенсированы, либо пренебрежимо малы.

7.11. **Какое свойство ускорения свободного падения делает возможным возникновение невесомости?**

Гравитационные силы придают всем телам равное ускорение, независимо от их массы.

чирцов чет говорил про принцип эквивалентности Эйнштейна и про невесомость
я хз оно или нет

тип если ты в замкнутой со и не видишь окружающий мир то ты хз есть гравитация или нет

7.12. **Какая связь существует между инертной и гравитационной массами?**

Масса тела, которая входит во второй закон Ньютона, называется инертной массой, т.к. она определяет инертные свойства тела, т.е. его способность приобретать определенное ускорение под действием данной силы. Масса, определяющая способность тел притягиваться друг к другу - гравитационная масса. Их равенство не следует из законов механики Ньютона, а является следствием опыта. (Мякишев, Буховцев, Сотский - учебник по физике за 10 класс).

??? это возможно представить в виде зависимой формулы?

Разве что $m_и = m_г$ //
Там отличие почти незаметно

7.13. **Какое свойство инертной и гравитационной масс обуславливает возможность возникновения явления невесомости?**

Рассмотрим простой пример - вы в лифте опираетесь ногами на пол (неподвижны относительно лифта), а трос оборвался. Положим, в шахте нет воздуха. Тогда из опыта мы знаем, что будет проявляться явление невесомости. Из теории имеем по 2 закону Ньютона:

$$m_{\text{ин.лифт}} a = m_{\text{гр.лифт}} g + P$$

$$m_{\text{ин.ваша}} a = m_{\text{гр.ваша}} g - P$$

Отсюда:

$$P = m_{\text{ин.лифт}} a - m_{\text{гр.лифт}} g = m_{\text{гр.ваша}} g - m_{\text{ин.ваша}} a$$

$$(m_{\text{ин.лифт}} + m_{\text{ин.ваша}})a = (m_{\text{гр.лифт}} + m_{\text{гр.ваша}})g \ \Rightarrow$$
$$a = (m_{\text{гр.лифт}} + m_{\text{гр.ваша}})/(m_{\text{ин.лифт}} + m_{\text{ин.ваша}}) * g$$

Эффект невесомости состоит в том, что вес равен нулю. Тогда:

$$P = 0 = g((m_{\text{гр.лифт}} + m_{\text{гр.ваша}})/(m_{\text{ин.лифт}} + m_{\text{ин.ваша}}) * m_{\text{ин.лифт}} - m_{\text{гр.лифт}}) \ \Rightarrow$$
$$(m_{\text{гр.лифт}} + m_{\text{гр.ваша}})/(m_{\text{ин.лифт}} + m_{\text{ин.ваша}}) * m_{\text{ин.лифт}} - m_{\text{гр.лифт}} = 0 \ \Rightarrow$$
$$m_{\text{ин.лифт}} m_{\text{гр.ваша}} = m_{\text{ин.ваша}} m_{\text{гр.лифт}}$$

те должна выполняться ПРОПОРЦИОНАЛЬНОСТЬ гравитационной и инертной масс.

//гравитационная и инертная массы инвариантны.

7.14. **Чему равно ускорение свободного падения на поверхности однородного шара радиусом $R$, масса которого $M$?**

$$g = G\frac{M}{R^2}$$

7.15. **Чему равно ускорение свободного падения на поверхности однородного шара радиусом $R$, сделанного из однородного вещества плотностью $\rho$?**

$$g = \frac{4}{3} G\rho\pi R$$

7.16. **Какой потенциальной энергией обладает точечное тело массой $m$, расположенное вблизи однородного шара радиусом $R$ и массой $M$ на расстоянии $r > R$ от его центра?**

$$E_п = -G\frac{Mm}{r}$$

7.17. **Чему равна первая космическая скорость для шарообразной планеты массой $M$ и радиусом $R$?**

$$v_1 = \sqrt{G\frac{M}{R}}$$

7.18. **Чему равна вторая космическая скорость для шарообразной планеты массой $M$ и радиусом $R$?**

$$v_2 = \sqrt{2G\frac{M}{R}}$$

7.19. **Чему равна первая космическая скорость для шарообразной планеты массой $M$, на поверхности которой ускорение свободного падения равно $g$?**

$$v_1 = \sqrt{gR}$$

7.20. **Чему равна вторая космическая скорость для шарообразной планеты массой $M$, на поверхности которой ускорение свободного падения равно $g$?**

$$v_2 = \sqrt{2gR}$$

7.21. **Чему равна полная механическая энергия спутника массой $m$, летающего по круговой орбите вокруг планеты массой $M$ со скоростью $v$?**

$$E = -mV^2/2$$

7.22. **Чему равна полная механическая энергия спутника массой $m$, летающего по круговой орбите вокруг планеты массой $M$ на расстоянии $r$ от ее центра?**

$$E = -GmM/(2R)$$

Эти два сверху это ведь только потенциальная и кинетическая энергии. а нужно их как-то складывать. Мне кажется, что это дикое задание

7. **Задачи пака 7. Закон всемирного тяготения.**

7.1. **Какое время $T$ должны длиться сутки на планете массой $M$ и радиусом $R$ для того, чтобы тела на ее экваторе весили в 2 раза меньше, чем на полюсе?**

**Ответ:** $T = 2\pi\sqrt{\frac{2R^3}{GM}}$

**Решение:**

Вес тела на полюсе по модулю равен силе тяжести

$$P = mg = G\frac{Mm}{R^2}$$

где $m$ и $M$ – массы тела и планеты, $R$ – радиус планеты. На экваторе вследствие вращения планеты вес тела уменьшается на величину силы, которая сообщает телу центростремительное ускорение $a_ц = v^2/R$:

$$P_Э = P - ma_ц = G\frac{Mm}{R^2} - m\frac{4\pi^2}{T^2}R$$

По условию задачи $P_Э = P/2$. Отсюда следует:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{2R^3}{GM}}$$

7.2. **На какой высоте над экватором должен находиться спутник для того, чтобы он мог неподвижно висеть над головами туземцев?**

**Ответ:** $R = \sqrt[3]{G\frac{M}{\omega^2}}$

**Решение:**

Высота, о которой говорится в задаче имеет название высоты геостационарной орбиты.

Высота геостационарной орбиты — это такое удаление от центра Земли, где угловая скорость спутника, совпадающая с угловой скоростью вращения Земли, порождает орбитальную (линейную) скорость, равную первой космической скорости (для обеспечения круговой орбиты) на данной высоте. Линейная скорость спутника, движущегося с угловой скоростью $\omega$ на расстоянии $R$ от центра вращения равна

$$v_l = \omega R$$

Первая космическая скорость на расстоянии $R$ от объекта массой $M$ равна

$$v_1 = \sqrt{G\frac{M}{R}}$$

Приравняв правые части уравнений друг к другу, приходим к выражению радиуса ГСО

$$R = \sqrt[3]{G\frac{M}{\omega^2}}$$

7.3. **На некотором астероиде сутки длятся $T$, а на экваторе невесомость. Найти плотность вещества астероида.**

**Ответ:** $\rho = \frac{3\pi}{GT^2}$

**Решение:**

Центробежная сила $m\omega^2 R$, где $\omega^2 = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$

Сила тяготения $mg - N$. У нас невесомость, значит $N = 0$.

$g = G\frac{M}{R^2}$, $M = \rho V = \rho\frac{4}{3}\pi R^3$.

Известно все, чтобы решить задачу:

$m\frac{4\pi^2}{T^2}R = mG\frac{4\rho\pi R^3}{3R^2}$, => $\rho = \frac{3\pi}{GT^2}$.

7.4. **Хорошо известно, что ускорение свободного падения на поверхности Луны в 6 раз меньше, чем на поверхности Земли. Средние плотности вещества планеты и ее спутника примерно одинаковы. Как относятся между собой радиусы Земли и Луны?**

**Ответ:** радиус Земли в 6 раз больше радиуса Луны

**Решение:**

По формуле $g = G\frac{M}{R^2}$, $G$ - грав. постоянная, $M$ - масса планеты

Распишем массу как произведение плотности на объем $\rho\frac{4}{3}\pi R^3$, и получим отношение:

$$\frac{g_З}{g_Л} = 6 = \frac{G4\pi\rho R_З{}^3}{3R_З{}^2} * \frac{3R_Л{}^2}{G4\pi\rho R_Л{}^3} = \frac{R_З}{R_Л}$$

7.5. **Хорошо известно, что ускорение свободного падения на поверхности Луны в 6 раз меньше, чем на поверхности Земли. Средние плотности вещества планеты и ее спутника примерно одинаковы. Как относятся между собой вторые космические скорости для стартов с поверхностей Земли и Луны?**

**Ответ:** корень из 6

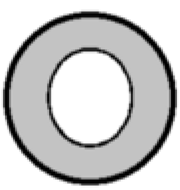
**Решение:**

$v_2 = \sqrt{2G\frac{M}{R}}$ (вторая космическая), $g = G\frac{M}{R^2}$ (ускорение своб. пад.)

$\frac{g_З}{g_Л} = 6 = \frac{R_З}{R_Л}$ (очевидно, если нет - смотри предыдущую задачу)

$$\frac{v_{2З}}{v_{2Л}} = \frac{\sqrt{R_З}}{\sqrt{R_Л}} = \sqrt{6}$$

7.6. **Однажды ночью Страшная Космическая Камнеежка выгрызла из сердцевины планеты шар радиусом в половину ее радиуса. Во сколько раз изменилось ускорение свободного падения на поверхности планеты?**



**Ответ:** 7/8, т.е. уменьшилась в 1/8 раза

**Решение:**

$$g = G\frac{M}{R^2}$$

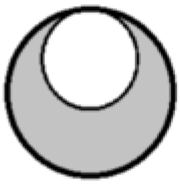
Масса - это произведение плотности на объем. Плотность неизменна - $const$. Тогда отношение равно, исходя из формулы, отношению объемов планеты до и после.

$$M_{old} = \rho\frac{4}{3}\pi R^3$$

$$M_{new} = \rho\frac{4}{3}\pi(R^3 - (R/2)^3)$$

$$\frac{g_{new}}{g_{old}} = \frac{7}{8}$$

7.7. **Однажды ночью Страшная Космическая Камнеежка выгрызла шар радиусом в половину ее радиуса, касающийся центра планеты одной точкой. Во сколько раз уменьшилось ускорение свободного падения на северном полюсе после объедания планеты?**



**Ответ:** 2

**Решение на ~~отъебись~~ “отвали” (just/premium edition for Chirtsov):**

$g_c = g_0 - g_1$ , где $g$ - итоговое ускорение, $g_0$ - планета, $g_1$ - съеденный кусок

Зная формулу $g = G\frac{M}{R^2}$ , распишем ее для планеты и съеденного куска, раскрывая массу, как произведение плотности на объем:

$$M_0 = \rho\frac{4}{3}\pi R^3,\ M_1 = \rho\frac{4}{3}\pi(R/2)^3 = \frac{1}{8}M_0$$

Подставим $M_0$ и $M_1$ . Находим, что $g_1 = \frac{1}{2}g_0$

Значит $g_c = g_0/2$ , т.е. ускорение УМЕНЬШИЛОСЬ в ДВА раза.

**Решение (все запатентовано):**

Задача немного похожа не предыдущую, но та задача - частный случай, при том достаточно тривиальный, и поэтому решена иначе. Впрочем эта - тоже по сути частный случай, а предыдущая - частный этой, но это уже совсем другая история...

Для начала - не будем брать в учет любые движения планеты, если таковые бы были (а вокруг своей оси и смысла нет, мы на полюсе). Также в формулах мы будем подразумевать притяжение на материальную точку, находящуюся на поверхности. Это не изменит никак саму задачу, ведь в любом случае масса материальной точки сократится. Если такое решение вас не устраивает - тупо уберите везде $m$ и $\rho$, а $F$ замените на $g$, ну либо решайте сами.

Рассмотрим притяжение на материальную точку по отдельности:

1. Если бы шар был без полости, то его масса была бы полной. Пусть она равна $M_1$. В итоге воздействие на нашу материальную точку равнялось бы $\vec{F}_1 = G\frac{mM_1}{R^2}$ (точка находится на поверхности, не забываем)
2. Шар, который мы вырезали, воздействовал бы на нашу материальную точку со своей силой. Пусть ее масса равна $M_2$. Тогда воздействие равнялось бы $\vec{F}_2 = G\frac{mM_2}{(R/2)^2}$

Значит итоговая сила притяжения равняется векторной сумме первой и второй силы, где вторая сила взята с противоположным знаком (нарисуйте рисунок, и сами поймете, почему).

Т.к. наша задача сформулирована так, что получается, что обе силы воздействуют на одной прямой, то соответственно все что нам надо - это найти скалярно разность $F_1 - F_2$ .

Масса определяется как произведение плотности и объема. Плотность у нас неизменна, т.е. - $const$. Значит все что нам надо - это расписать оставшиеся объемы.

Решаем ( $\rho$ - это плотность, для тех, кто в танке):

Вынесем $\frac{Gm\rho}{R^2}$ за скобку, значит во втором слагаемом осталось $4$

$$\frac{Gm\rho}{R^2}\left(\frac{4}{3}\pi R^3 - \frac{16}{3}\pi\left(\frac{R}{2}\right)^3\right)$$

$$\frac{Gm\rho}{R^2}\left(\frac{4}{3}\pi R^3 - \frac{16}{24}\pi R^3\right)$$

$$\frac{Gm\rho}{R^2}\left(\frac{32}{24}\pi R^3 - \frac{16}{24}\pi R^3\right)$$

$$\frac{4Gm\rho\pi R^3}{6R^2}$$

Все что нам осталось - это поделить полученное значение на эталонное, до того, как мы вырезали кусок от планеты. Распишем у эталона так же массу как произведение $\rho V$

$$\frac{4Gm\rho\pi R^3}{6R^2} \div \frac{4Gm\rho\pi R^3}{3R^2}$$

Получаем заветный ответ - $1/2$. Значит ускорение свободного падения на нашей недопланете УМЕНЬШИЛОСЬ в ДВА раза.

Только попробуйте сказать, что она неверная. Заддудошу :)

Литра

http://butikov.faculty.ifmo.ru/Lectures/Lectures.html

http://butikov.faculty.ifmo.ru/Russian/CommentsMain.pdf

http://pskgu.ru/files/open_university/work_11/2013_01_24_dz11_resh.pdf

# 8. Вопросы пака 8. Теория относительности и неинерциальные системы отсчета.

## 8.1. Сформулируйте принцип относительности Галилея.

Все механические процессы в инерциальных системах отсчета протекают одинаково, независимо от того, неподвижна ли система или она находится в состоянии равномерного и прямолинейного движения.

## 8.2. Сформулируйте принцип относительности Эйнштейна.

Все физические процессы в инерциальных системах отсчёта протекают одинаково, независимо от того, неподвижна ли система или она находится в состоянии равномерного и прямолинейного движения.

## 8.3. Сформулируйте постулаты СТО.

1. *(принцип относительности Эйнштейна)* Любое физическое явление протекает одинаково во всех инерциальных системах отсчёта
2. *(принцип постоянства скорости света)* Скорость света в вакууме не зависит от скорости движения источника света или наблюдателя и одинакова во всех инерциальных системах отсчета

## 8.4. Что называется релятивистским инвариантом?

$$\left(\frac{E}{c}\right)^2 - p^2 = m^2c^2$$

## 8.5. Какие из известных Вам механических величин являются релятивистскими инвариантами?

1. масса покоя $m_0 = m\sqrt{1 - v^2/c^2}$
2. объем покоя $V_0 = V/\sqrt{1 - v^2/c^2}$
3. температура покоя $T_0 = T/\sqrt{1 - v^2/c^2}$ //температура покоя? точно? то же и про 4
4. количество теплоты $Q_0 = Q/\sqrt{1 - v^2/c^2}$
5. электрический заряд $e$
6. скалярное гидродинамическое давление $p = p_0$
7. (?) энтропия $S = S_0$
8. постоянная Больцмана $k$
9. (?) квант действия $h$
10. (?) интеграл действия $\int Ldt$
11. (?) отношение энергии к частоте $E/v$ для пространственно ограниченного цуга волн, движущегося со скоростью $c$

## 8.6. Запишите релятивистский закон изменения скорости течения времени в системах, движущихся относительно наблюдателя.

$$t = t_0\sqrt{(1 - v^2/c^2)}$$

## 8.7. Запишите релятивистский закон изменения длин отрезков при их движении относительно наблюдателя.

$$l = l_0 * \sqrt{(1 - v^2/c^2)}$$

8.8. **Как называется электрон, «движущийся во времени из будущего в прошлое»?**

Позитрон можно описывать как “электрон, движущийся по времени в противоположную сторону”.

8.9. **Запишите прямые преобразования Лоренца**

$$x' = \frac{x-vt}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$$

$$y' = y\,,\ z' = z$$

$$t' = \frac{t-(v/c^2)x}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$$

где $c$ — скорость света, величины со штрихами измерены в системе $K'$, без штрихов — в $K$.

8.10. **Запишите обратные преобразования Лоренца.**

$$x' = \frac{x+vt}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$$

$$y' = y\,,\ z' = z$$

$$t' = \frac{t+(v/c^2)x}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$$

8.11. **Запишите явное выражение для релятивистского инварианта, являющегося аналогом квадрата расстояния между двумя точками в четырехмерном пространстве-времени Минковского.**

**S^2=c^2*t^2-x^2**

8.12. **В пространстве Минковского изобразите мировую линию материальной точки, движущейся в положительном направлении вдоль оси $X$ со скоростью $c/2$, проходящую через событие, задаваемое четырехвектором $\vec{R}$. На рисунке отметьте моменты времени происходящих с материальной точкой событий, на которые Вы можете повлиять из начала координат четырехмерного пространства.**

$\vec{R} = (0,\ r_0,\ 0,\ 0)^T$ **- по условию задачи.**

8.13. **В четырехмерном пространстве-времени укажите множество точек, из которых можно посылать мысленное СВОЕВРЕМЕННОЕ поздравление с происходящим в начале координат Днем рождения, если мысленные послания перемещаются в пространстве со скоростью $c/4$.**
**ВОПРОС ГОДА!**

8.14. **Как связаны между собой масса покоя и релятивистская масса?**

$$m = \frac{m_{\text{покоя}}}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$$

8.15. **Чему равен релятивистский импульс частицы с массой покоя $m_0$, если скорость ее движения равна $v$?**

$$\vec{p} = \frac{m_0\vec{v}}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$$

8.16. **На релятивистскую частицу, обладавшую начальным импульсом $p_0$, действует постоянная во времени сила $F$. Какой импульс будет у частицы через время $T$ после начала действия силы?**

$\frac{\delta\vec{p}}{\delta T} = \vec{F}$ по второму закону Ньютона.

Тогда $\vec{p} = \frac{\vec{p_0}+\vec{F}\delta T}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$ а тут p0 не надо вынести в отдельное слагаемое?

8.17. **Какой энергией обладает релятивистская частица, движущаяся в пустом пространстве со скоростью $v$.**

Про массу он забыл?

$$E = \frac{m_0c^2}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$$

8.18. **Сколько энергии выделится при образовании ядра гелия с массой покоя $M_0$ в результате слияния двух протонов ($m_{0p}$) и двух нейтронов ($m_{0n}$)?**

$$(M_0 - (m_{0p} + m_{0p})) * c^2$$

8.19. **Запишите классическое уравнение движения для частицы массы $m$, движущейся под действием внешней силы $F$ относительно неинерциальной системы отсчета, ускорение которой относительно инерциальной системы отсчета равно $A$.**

8.20. **Запишите выражение для центробежной силы, действующей на тело массой $m$, расположенной на вращающейся с угловой скоростью $\omega$ платформе на расстоянии $R$ от оси вращения.**

$$\vec{F} = m\omega^2\vec{R_0}$$

8.21. **Запишите выражение для Кориолисовой силы, действующей на тело массой $m$, движущееся со скоростью $v$ по поверхности вращающейся с угловой скоростью $\omega$ платформе на расстоянии $R$ от оси вращения.**

$$\vec{F}_{\text{к}} = -2 * m * [\vec{\omega}; \vec{v}_r],\ \vec{\omega} = \vec{v}/R$$

8.22. **В каких точках Земного шара и в каких направлениях можно ехать по поверхности, не испытывая при этом действие Кориолисовой силы?**

Вики говорит на экваторе если двигаться вдоль меридиана.

8.23. **Почему псевдосилы инерции называют не силами, а псевдосилами?**

Потому что силы инерции действуют на тело в со отсчета с ускорением.

8.24. **В чем состоит сходство между силами гравитации и псевдосилами инерции?**

В обоих тела задают неравномерные со.

8.25. **Почему исчезает вес тел в свободно падающем лифте (дайте объяснение эффекту с точки зрения пассажира лифта).**

Система координат человека укоряется по отношению к системе координат “земля”.

8.26. **Почему Луна летает вокруг Земли по почти кеплеровой орбите, несмотря на то, что ее притягивает не только Земля, но и Солнце.**

Солнце слишком далеко от луны. гр.поле солнца не может выхватить луну из гр.п земли. потому перигелий орбиты луны окажется также большой полуосью его орбиты

8.27. **Какова природа сил, вызывающих приливы?**

Гравитационная.напряженность гравитационного поля становится ниже, если над водой находится луна.(прилив). с обратной стороны Земли в это время будет отлив.

8.28. **Сформулируйте принцип эквивалентности Эйнштейна.**

Наблюдатель, находящийся в замкнутой локальной системе отсчета, никак не может установить факт наличия гравитационных взаимодействий. (последняя запись, которая есть у меня в конспекте))

Заставьте Чиркаша это прочитать

8.29. **Какие причины приводят к движению планет по кеплеровым орбитам с точки зрения ОТО?**

Планеты продавливают пространственно-временной континнуум вблизи планеты и, подобно шарику вокруг воронки, движутся по эллиптическим орбитам ввиду постоянного изменения действующих сил.

8.30. **Кто же оказался правым (с точки зрения ОТО) в известной дискуссии между Галилеем и церковью по поводу предпочтения между геоцентрической и гелиоцентрической системами мира?**

Никто. Согласно эксперименту по отслеживанию эфирного ветра (Майкельсон-Морли), идеальной системы отсчета быть не может.

## 8. Задачи пака 8. Закон всемирного тяготения.

8.1. **Используя преобразования Лоренца, покажите, что $(ct)^2 - r_x^2 - r_y^2 - r_z^2 = inv$.**

8.2. **Используя преобразования Лоренца, получите релятивистский закон сложения скоростей в случае движения частицы вдоль направления относительного движения систем отсчета.**

Пусть, например, в системе отсчета $K'$ вдоль оси $x'$ движется частица со скоростью $u'_x = \frac{dx'}{dt'}$. Частица движется параллельно относительной скорости $\vec{v}$ систем отсчета $K$ и $K'$. Составляющие скорости частицы $u'_x$ и $u'_z$ равны нулю. Скорость этой частицы в системе $K$ будет равна $u_x = \frac{dx}{dt}$. С помощью операции дифференцирования из формул преобразований Лоренца можно найти:

$$u_x = \frac{u'_x + v}{1 + (v/c^2)u'_x}, \; u_y = 0, \; y_z = 0$$

8.3. **Используя преобразования Лоренца, получите релятивистский закон сложения скоростей в случае движения частицы в направлении, перпендикулярном относительному движению систем отсчета.**

$$\delta r_y' = \delta r_y$$

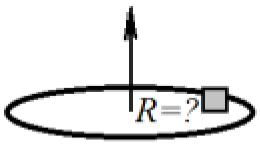
$$\delta t' = \frac{\delta t - \frac{v}{c^2}\delta r_x}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

$$u_y' = \left.\frac{\delta r_y'}{\delta t'}\right|_{\delta t' \to 0} = \frac{\delta r_y \cdot \sqrt{1 - v^2/c^2}}{\delta t - \frac{v}{c^2}\delta r_x} =$$

$$= \frac{u_y \sqrt{1 - v^2/c^2}}{1 - \frac{v}{c^2} u_x}$$

$$\boxed{u_\perp' = \frac{u_\perp \cdot \sqrt{1 - v^2/c^2}}{1 - \frac{v}{c^2} u_\parallel}}$$

8.4. **На каком расстоянии от оси вращения диска (с угловой скоростью $\omega$ ) можно поместить на его поверхность тело, для того, чтобы оно не соскальзывало, если коэффициент трения тела о поверхность вращающимся диском.**




Рассмотрим равенство:

$$m\vec{a}_{Ц} = m\vec{g} + \vec{F}_{тр} + \vec{F}_N$$

Т.к. $|m\vec{g}| = |\vec{F}_N|$ , Отсюда делаем вывод, что тело улетит, когда сила трения станет меньше центростремительной. Приравняем эти силы скалярно.

$$ma_{Ц} = F_{тр}$$

$$\vec{a}_{Ц} = \omega^2 R$$

$$F_{тр} = \mu N$$

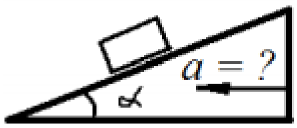
$$N = mg$$

Все известно, решим:

$$m\omega^2 R = \mu mg$$

$$R = \frac{\mu g}{\omega^2}$$

8.5. **На скользкую поверхность клина, составляющую угол $\alpha$ с горизонталью, помещено тело. С каким ускорением нжадо перемещать клин для того, чтобы тело оставалось неподвижным на наклонной поверхности? (Задачу решить в системе отсчета, связанной с клином).**




$$ma\cos\alpha = mg\sin\alpha$$

$$a = g\tan\alpha$$

# 9. Вопросы пака 9. Описание классических макроансамблей.

## 9.1. Какие Вы знаете методы описания макроскопических ансамблей классических частиц?

Динамический, Термодинамический, Статистический

## 9.2. В чем состоит основной недостаток динамического метода описания макроскопических ансамблей классических частиц?

Неосуществим технически, беспомощен на практике

Некоторые физические параметры, например, теплоемкость, нужно определять экспериментально, статистические методы позволяют их определить на основе данных о строении вещества

## 9.3. В чем состоит основной недостаток эвристического метода описания макроскопических ансамблей классических частиц?

Для описания твердого и жидкого состояний метод слишком сложен, поэтому простые термодинамические расчеты незаменимы

## 9.4. Как определяется температура по шкале Цельсия?

За 0 градусов принимается температура плавления воды, за 100 градусов - температура кипения воды. Шкала линейна.

Согласно современному определению, градус Цельсия равен одному кельвину K, а ноль шкалы Цельсия установлен таким образом, что температура тройной точки воды равна 0,01 °C. В итоге, шкалы Цельсия и Кельвина сдвинуты на 273,15:

$$t_C = t_K - 273,15$$

## 9.5. Как определяется температура по шкале Кельвина?

За 0 градусов принимается “абсолютный ноль” - полное отсутствие теплового движения. Фактически 0 по Кельвину недостижим. Температура тройной точки воды равна 273.16 K. А в остальном шкалы Цельсия и Кельвина эквивалентны. Если кто-то меня верно понял, как это правильно написать по-русски?

Мне кажется, Чирцов в предыдущих двух вопросах хочет от нас что-то другое.

и кстати про давление тоже. Чирцов не хочет определение с вики а хочет то, что он рассказывал

и кто помнит, что он рассказывал про термометры?

## 9.6. Дайте определение давления.

Давление — физическая величина, численно равная силе $F$, действующей на единицу площади поверхности $S$ перпендикулярно этой поверхности.

Скалярная величина.

$$p = \frac{F}{S}$$

9.7. **Сформулируйте закон Бойля-Мариотта.**

$$T = const,\ m = const\ => \ pV = const$$

9.8. **Сформулируйте закон Гей-Люссака в его исходном варианте (для температуры по шкале Цельсия).**

$$p = const,\ m = const\ => \ V = V_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t)$$

где $V_0$ — давление газа при 0 °C, α — температурный коэффициент давления, одинаковый для всех газов: α = 1/273 $K^{-1}$ .

(А разве не $V_{100} - V_0 = kV_0$, как в вики? k = 1/(2.7315) )

**Сформулируйте закон Гей-Люссака в его современном варианте (для температуры по шкале Кельвина).**

$$p = const,\ m = const\ => \ T/V = const.$$

9.9. **Сформулируйте закон Шарля в его исходном варианте (для температуры по шкале Цельсия).**

$$V = const,\ m = const\ => \ p = p_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t)$$

где $p_0$ — давление газа при $0\,°C$, $\alpha$ — температурный коэффициент давления, одинаковый для всех газов: $\alpha = 1/273\ K^{-1}$

9.10. **Сформулируйте закон Шарля в его современном варианте (для температуры по шкале Кельвина).**

$$V = const,\ m = const\ => P/T = const$$

9.11. **Сформулируйте закон Дальтона.**

$$P = \Sigma p_i$$

9.12. **Сформулируйте закон Авогадро.**

Закон Авогадро — закон, согласно которому в равных объёмах различных газов, взятых при одинаковых температурах и давлениях, содержится одно и то же число молекул.

Другая формулировка:

При одинаковых давлениях и температурах одинаковые порции газов, вне зависимости от состава газа, занимают один и тот же объем.

9.13. **Сформулируйте закон Менделеева-Клапейрона.**

$$p * V_M = R * T$$

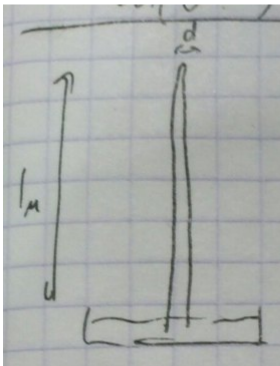
где $p$ — давление, $V_M$ — молярный объём, $R$ — универсальная газовая постоянная, $T$ — абсолютная температура, в $K$.

9.14. **Как по высоте столбика ртути в ртутном манометре определить атмосферное давление.**

$$P = h(\text{мм}) * 133,3$$

## 9. Задачи пака 9. Описание классических макроансамблей.

9.1. **В трубку ртутного манометра длиной $L = 1000$ мм попала небольшая порция воздуха. В результате при давлении воздуха 760 мм рт. столба (Hg) плохой манометр показывал 750 мм. Через некоторое время манометр начал показывать давление 730 мм Hg.Чему равно правильное давление в этот момент, если температура воздуха (и манометра) не изменилась?**




Норм.: $P_{атм.} = \rho g h$

Фиговый: $P_{атм.} = \rho g h - P_{возд.} = \rho g h - \frac{\nu RT}{d(l-h)}$

$0.76 = \rho g h$

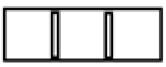
$0.75 = 0.76 - P_{возд.}$

$\frac{\nu RT}{d(l-h)} = 0.01 = \frac{\nu RT}{0.25 d} \Rightarrow \frac{\nu RT}{d} = 0.01 \cdot 0.25 = 0.0025$

$0.73 = x - \frac{\nu RT}{d \cdot 0.27} = x - \frac{0.0025}{0.27}$

$x = 0.73 + \frac{0.0025}{0.27} \approx 0.73926 = 739.26$ мм. рт. ст.

9.2. **Горизонтально расположенный сосуд длиной $L$ разделен на 3 равные части тонкими покоящимися поршнями, способными двигаться без трения и проводить тепло. В секциях сосуда находятся порции газов при давлениях $p_1$, $p_2$, $p_3$ и температурах $T_1$, $T_2$, $T_3$. Поршни отпустили. Найти расстояние между поршнями после того, как система придет в состояние термодинамическое равновесие.**



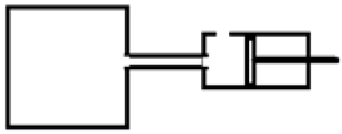
$$\frac{P_1 V}{T_1} = \frac{P V_1}{T}; \quad \frac{P_2 V}{T_2} = \frac{P V_2}{T}; \quad \frac{P_3 V}{T_3} = \frac{P V_3}{T}$$

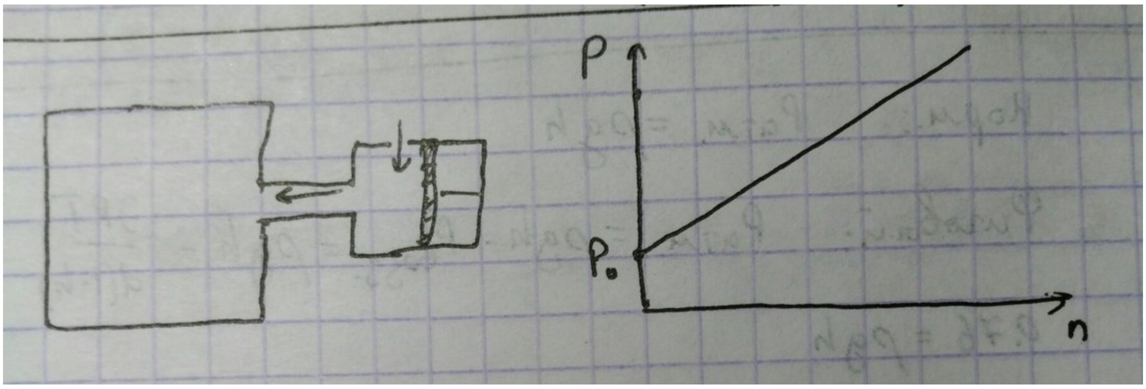
$$\frac{P}{T} = \frac{1}{n}\left(\frac{P_1}{V_1} + \frac{P_2}{T_2} + \frac{P_3}{t_3}\right)$$

$V = LS$; $V_1 = L_1 S$; $V_2 = L_2 S$; $V_3 = L_3 S$;

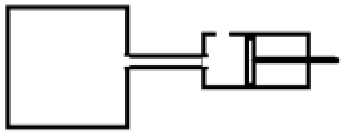
$L_1 = \frac{P_1 L}{T_1(P_1/T_1 + P_2/T_2 + P_3/T_3)}$, L2 и L3 аналогично

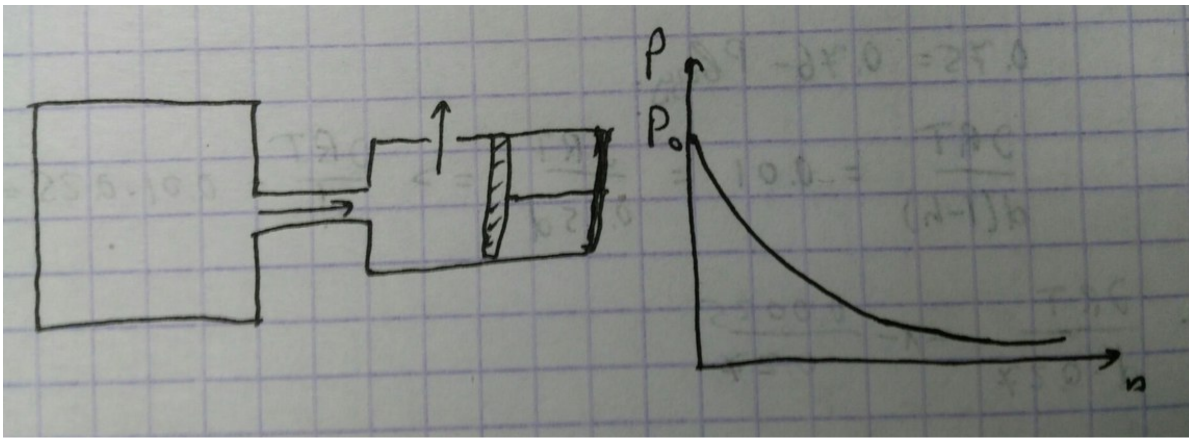
9.3. **Насос с камерой объемом $v$ нагнетает воздух из атмосферы в баллон объемом $V$, в котором первоначально находился воздух при атмосферном давлении $p_0$. Поставьте клапаны в схему описанной системы и нарисуйте график зависимости давления в баллоне от числа качаний поршня насоса.**



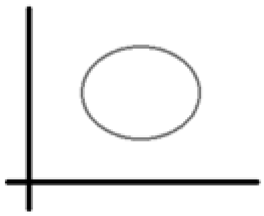



9.4. **Насос с камерой объемом $v$ откачивает воздух из баллона объемом $V$, в котором первоначально находился воздух при атмосферном давлении $p_0$. Поставьте клапаны в схему описанной системы и нарисуйте график зависимости давления в баллоне от числа качаний поршня насоса.**

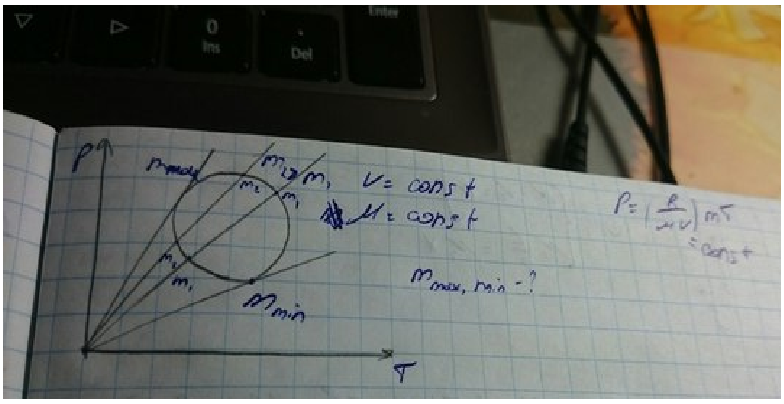





9.5. **В координатах $T(p)$ изображен циклический процесс, происходящий с идеальным газом при постоянном объеме. Покажите точки, соответствующие максимальной и минимальной массе газа.**



Отразите оси!



9.6. **После того, как абсолютная температура молекулярного азота в замкнутом баллоне была увеличена в 2 раза, половина молекул газа распалась на атомы. Во сколько раз увеличилось давление газа в баллоне, объем которого практически не изменился?**

$p = nkT$ , $p' = n'k(2T)$ , $N_2$ –> $2N$ , половина молекул перешла в атомы, половина осталась не измененными => n'=(n/2)*2+(n/2)=3n/2

$n' = 3n/2$ , => $p' = (3n/2)k2T = 3nkT$ , => $p' = 3p$

Ответ: в 3 раза

# 10. Вопросы пака 10. Абсолютно твердое тело.

## 10.1. Дайте определение абсолютно твердого тела.

АТТ - Модель тела, расстояние между любыми двумя точками которого не изменяется.

## 10.2. Сколькими степенями свободы обладает абсолютно твердое тело?

6

Три координаты центра тяжести + три угла поворота(а-ля крен, рыскание и тангаж в авиации)

## 10.3. Запишите набор уравнений, позволяющих однозначно описать движение абсолютно твердого тела.

$$d\vec{p}/dt = \Sigma\vec{F}^{ex}$$

$$d\vec{L}/dt = \Sigma\vec{M}^{ex}$$

возможно, это чушь

## 10.4. Как рассчитать полный импульс твердого тела, если известно пространственное распределение его плотности $\rho(r)$ и скорость каждой его алой области $v(r)$?

## 10.5. Как рассчитать полный момент импульса относительно закрепленной оси твердого тела, если известно пространственное распределение его плотности $\rho(r)$ и скорость каждой его малой области $v(r)$?

## 10.6. Как найти равнодействующую двух сил, приложенных к твердому телу?

Провести векторы из центра масс и сложить эти вектора по правилу треугольника

## 10.7. Какие две силы, приложенные к твердому телу, нельзя заменить равнодействующей (нарисовать пример).

Возьмем палку. Слева приложим силу вверх, справа - вниз.

это правильный пример? приведите кто-нибудь правильный пример, если этот неправильный, хотя мне кажется, что он верный (автор примера)

3) Пусть на тело действуют две парал, равных по модулю, но противоп по напр силы. Эта система назыв парой сил и обозначается символом $(\mathbf{F_1}, \mathbf{F_2})$. Предположим, что модуль $F_2$ постепенно возрастает, приближаясь к значению модуля $F_1$. Тогда разность модулей будет стремиться к нулю, а система сил ($F_1$, $F_2$)– к паре. При этом |R|Þ0, а линия ее действия– удаляться от линий действия этих сил. Пара сил представляет собой неуравновешенную систему, которая не может быть заменена одной силой. Пара сил не имеет равнодействующей.

## 10.8. Запишите уравнения статики твердого тела.

$$\vec{F}_{\Sigma} = 0$$

$$\vec{M}_{\Sigma} = 0$$

10.9. **Дайте определения центра тяжести твердого тела.**

Чирцов: Точка к которой приложена равнодействующая всех сил тяжести

Вики: Центром тяжести механической системы называется точка, относительно которой суммарный момент сил тяжести, действующих на систему, равен нулю.

10.10. **Запишите уравнения, позволяющие рассчитать силы реакции опоры, действующие на горизонтально расположенную балку массой $M$.**

$$N_1 + N_2 = M * g$$

$$N_2 * L/2 = N_1 * x$$

10.11. **Чему равен момент инерции обруча с радиусом $R$ и массой $M$, равномерно распределенной по его ободу.**

$$I = M * R^2$$

10.12. **Как связаны между собой угловое ускорение и сила, приложенная в заданной точке к абсолютно твердому телу, способному вращаться вокруг закрепленной оси и имеющему относительно этой оси момент инерции $I$?**

10.13. **Чему равна кинетическая энергия твердого тела, вращающегося с постоянной угловой скоростью вокруг неподвижной оси, момент инерции которого относительно этой оси равен $I$?**

$$I * \omega^2/2$$

10.14. **Перечислите известные Вам формы движения твердого тела.**

Статическое, Поступательное, Вращение вокруг закрепленной оси, Плоское движение, Перемещение центра масс и Вращение вокруг центра масс (хз, последние два вместе или это разные. в конспекте это под одним пунктом стоит)

10.15. **Если заданы величина и направление внешней силы, действующей на твердое тело, к какой его точке эту силу следует считать приложенной?**

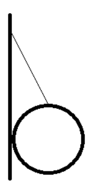
Центр масс

## 10. Задачи пака 10. Абсолютно твердое тело.

10.1. **Имеется бесконечный набор одинаковых досок длиной $L$. Показать что из них можно построить мост любой длины, кладя доски друг на друга и не скрепляя их.**
[http://www.planetseed.com/ru/mathpuzzles/uravnovieshivaiem-knighi](http://www.planetseed.com/ru/mathpuzzles/uravnovieshivaiem-knighi)

10.2. **При каком коэффициенте трения шара о стену такое возможно? Радиус шара - $R$.**

---



---

---

---

10.3. **Рассчитать момент инерции сплошного цилиндра массой $M$, длиной $L$ и $R$ радиуса относительно его оси.**

Рассмотрим бесконечно тонкое кольцо с внутр. радиусом $r$ и наружным $r+dr$

$$I_z = \int r^2 dm$$

Площадь кольца $dS = 2\pi r dr$

Его инерция $dI_z = r^2 dm$

Момент инреции всего диска $dm = m\frac{dS}{S} = 2m\frac{rdr}{R^2}$, где $S = \pi R^2$ - площадь всего диска

$$I_z = \frac{2m}{R^2}\int\limits_0^R r^3 dr = \frac{1}{2}mR^2$$

10.4. **Рассчитать момент инерции сплошного цилиндра массой $M$, длиной $L$ и $R$ радиуса относительно оси вращения, проходящей через его центр и перпендикулярный оси симметрии цилиндра.**

$$\rho = \frac{m}{\pi R^2 L}$$

$$I = \int\limits_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} z^2\rho + \rho x^2$$, $z$ - вдоль оси

$$I_1 = 2I\sqrt{R^2 - x^2}$$ - момент плашки

$$I_п = \int\limits_{-R}^{R} I_1$$ - полный момент

$$I = \int\limits_{-R}^{R} I_1 = \frac{1}{12}m(3R^2 + L^2)$$

10.5. **Найти положение центра тяжести.**

---

а середина между 5m и 6m не зайдет?

ну то есть 9/14 * L

---

**10.6. Обруч массой $M$ и радиуса $R$ начинает катится с вершины горы высотой $H$. Какова скорость обруча у подножия горы. Проскальзывания нет.**

$$mgH = \frac{mV^2}{2} + \frac{J\omega^2}{2}$$

момент инерции обруча $J = mR^2$ , $\omega = \frac{v}{R}$

**и какая -то херь с трением**

## 11. Вопросы пака 11. Молекулярно-кинетическая теория.

**11.1. Чему равно среднее давление на стенку газа из одинаковых липких частиц с массой $m$, летящих к ней с одинаковой скоростью $v$, если концентрация частиц равна $n$?**

1/3*m*n*v    Разве здесь не 2*m*U^2(x)*n?

Кто написал последнюю формулу - напишите ее плз с заданными значениями, то есть что такое U^2(x)?

Только без двойки, т.к. частицы “липкие”.

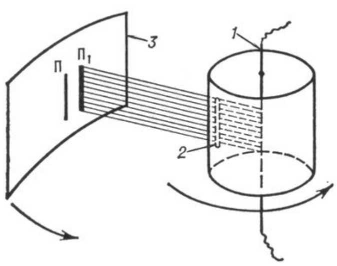
**11.2. Чему равно давление на стенки сосуда идеального газа из упругих частиц, средняя кинетическая энергия которых равна $< K >$?**

$$\frac{2}{3}n < K >$$

**11.3. Как связана средняя кинетическая энергия молекул одноатомного идеального газа с его температурой?**

$$< E >= \frac{3}{2}kT$$

**11.4. Нарисуйте примерную схему опыта Штерна.**




ПРИМЕРНАЯ? НИХЕРА СЕБЕ

**11.5. На рис. изображены две полоска, полученные в опыте Штерна в случаях неподвижных и вращающихся цилиндров для газа из атомов металла при температуре $T$. Какой след возникнет на полоске, если температура удвоится?м**

все полоски сместятся вправо.

А точно ли? Типа быстрее же летят корпускулы, а значит меньше сместятся. ИМХО

**11.6. Дайте определение вероятности попадания непрерывно изменяющейся величины $X$ в интервал значений $[x_0 - \delta x/2,\ x_0 + \delta x/2]$.**

Плотность вероятности

**11.7. Дайте определение плотности вероятности (функции распределения $f$ непрерывно изменяющейся величины $x$).**

Функция, характеризующая вероятность попадания непрерывно изменяющейся величины $X$ в интервал значений $[x_0 - \delta x/2,\ x_0 + \delta x/2]$.

11.8. **Запишите условие нормировки функции распределения $f$ непрерывно изменяющейся величины $x$, способной принимать любые значения внутри интервала $[a, b]$.**

$$\int_a^b f(x)dx = 1$$

11.9. **Как по функции распределения $f$ непрерывно изменяющейся величины $x$, способной принимать любые значения внутри интервала $[a, b]$. Определить вероятность попадания случайной величины $x$ в интервал $[x_1, x_2]$, лежащий внутри интервала $[a, b]$?**

$$\int_{x_1}^{x_2} f(x)dx$$

11.10. **Как с помощью функции распределения $f$ непрерывно изменяющейся величины $x$, способной принимать любые значения внутри интервала $[a, b]$, определить среднее значение случайной величины х, на интервале $[a, b]$?**

$$\int_a^b xf(x)dx$$

11.11. **Как с помощью функции распределения $f$ непрерывно изменяющейся величины $x$, способной принимать любые значения внутри интервала $[a, b]$. Определить среднее значение заданной функции $F$ от случайной величины $x$?**

$$\int_a^b F(x)f(x)dx$$

11.12. **Как вычислить функцию распределения Ф2(x,y) двух независимых друг от друга случайных величин $x$ и $y$, если известны их функции распределения $f_1(x)$ и $g_1(y)$?**

$$\Phi 2(x, y) = f(x) * g(y)$$

11.13. **Какие физические предположения использовал Максвелл при выводе функции распределения молекул по проекциям скоростей?**

1. Однородность пространства.
2. Изотропность(все направления равноправны)
3. Бесструктурность молекул.
4. З-н сохр. импульса при столкновении
5. З-н сохр. механической энергии
6. Притяжение между молекулами = 0
7. Термодинамическое равновесие

11.14. **Запишите (с точностью до нормировочной константы) явный вид функции распределения молекул по $x$-проекциям скоростей (распределения Максвелла).**

$c_1 * e^{-\frac{m * v_x^2}{2KT}}$ с1 писать не надо

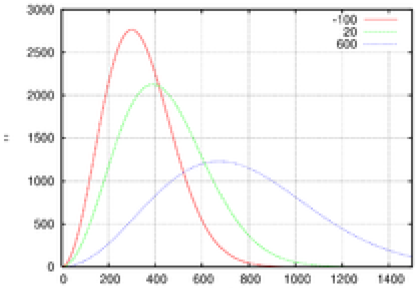
11.15. **Нарисуйте в одних координатах семейство графиков функции Максвелла по скоростям для различных температур.**

Кривые, с максимумом на оси $oY$, четная функция. чем ниже температура тем выше максимум, но сама функция может находиться ниже при большей температуре. Кто нарисует, спасибо. Разве это подходит под описание??? Четная функция! Либо оставляем мое описание, либо надо нарисовать.

11.16. **Запишите (с точностью до нормировочной константы) явный вид функции распределения молекул по модулям скоростей (следствие распределения Максвелла).**

$$f(v)dv = c_1 * v^2 * e^{-\frac{mv^2}{2KT}} * dv$$

11.17. **Нарисуйте в одних координатах семейство графиков функции распределения молекул по модулям скоростей для различных температур.**

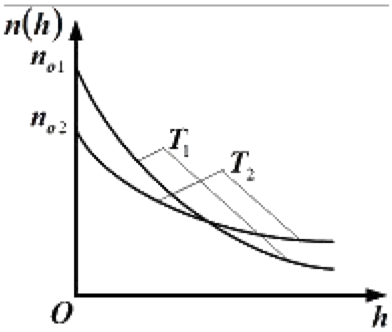



11.18. **Запишите (с точностью до нормировочной константы) явный вид функции распределения молекул по высоте в случае изотермической атмосферы в условиях $g = const$.**

$$n(z) = c * e^{\frac{-mgz}{KT}}$$

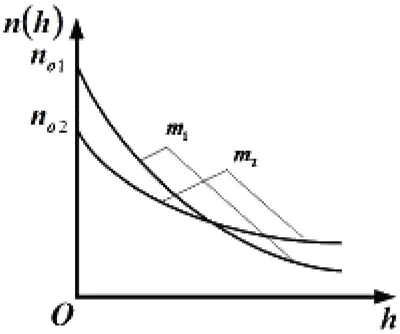
11.19. **Нарисуйте в одних координатах семейство графиков функции распределения молекул по высоте для изотермических атмосфер в однородном гравитационном поле при различных температурах.**

$$T_1 > T_2$$




11.20. **Нарисуйте в одних координатах семейство графиков функций распределения молекул с различными массами по высоте для изотермической атмосферы (в однородном гравитационном поле), состоящей из молекул разного сорта.**

$$m_1 > m_2$$




11.21. **Запишите явный вид функции распределения молекул по расстояниям от центра шарообразной планеты массой $M$ и покажите невозможность существования стационарной атмосферы у планет.**

$$f = ce^{\frac{GMm}{rkT}}$$

(?) а стационарная атмосфера не может существовать т.к. эта хрень не стремится к нулю

## 11. Задачи пака 11. Молекулярно-кинетическая теория.

11.1. **Вычислите нормировочную константу для функции распределения Больцмана в случае молекул в однородном гравитационном поле.**

$$n = n_0 * exp(\frac{-mgh}{kT})$$

$k$ потсоянная Больцама

11.2. **Найдите среднюю высоту нахождения молекул в изотермический атмосфере ($T$ – задана), находящейся в однородном гравитационном поле.**

$$p = P_0 e^{\frac{-mgh}{RT}}$$

$$P = nkT; \quad P_0 = n_0 kT$$

$$\frac{mgh}{RT} = \frac{N_a mgh}{N_a RT} = \frac{mgh}{kT}$$ **R=k?? не знаю...**

$$n = n_0 e^{-\frac{mgh}{kT}}$$

$$n = \frac{n_0}{e^{\frac{mgh}{kT}}}$$

$$n_0/n = e^{\frac{mgh}{kT}}$$

$$\frac{mgh}{kT} = \ln \frac{n_0}{n}$$

$$h = \frac{kT \ln n_0/n}{mg}$$

12. **Вопросы пака 12. Термодинамика.**

12.1. **Запишите первый закон термодинамики.**

$$\delta Q = \delta A + \delta U$$

12.2. **Дайте определение теплоемкости тела.**

$$C = \frac{\delta Q}{\delta T}$$

12.3. **Дайте определение удельной теплоемкости вещества.**

$$c(T) = \frac{1}{m}\left(\frac{\delta Q}{\delta T}\right)$$

12.4. **Дайте определение молярной теплоемкости вещества.**

$$c(T) = \frac{1}{\nu}\left(\frac{\delta Q}{\delta T}\right)$$

12.5. $N$ **тел с теплоемкостями** $C_j$ **и температурами** $Tj$ **приведены в тепловой контакт. При какой температуре возникнет термодинамическое равновесие?**

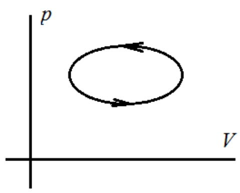
??

12.6. **Газ расширился от** $V_1$ **до** $V_2$ **по заданному закону** $p(V)$**. Какую работу совершил газ?**

$$A = \int_{V_1}^{V_2} p(V)dV$$

12.7. **Газ совершил замкнутый цикл, представленный на рис. Какую работу совершил газ?**

$$A = \int_{V_1}^{V_2} p_1(V)dV \ + \ \int_{V_2}^{V_1} p_2(V)dV = - S_{graph}$$




12.8. **Дайте определение внутренней энергии порции вещества, содержащей** $N$ **молекул?**

Внутренняя энергия системы тел (в нашем случае, конечно же, всех молекул или атомов порции вещества) – сумма потенциальных и кинетических энергий всех тел системы

$U = N *< \frac{m*v^2}{2} >$ - тут есть N в отличие от формул ниже

$$U = \frac{3}{2}\frac{m}{M}RT$$

$$U = \frac{i}{2}\frac{m}{\mu}RT$$

12.9. **Чему равна внутренняя энергия $\nu$ молей идеального двухатомного газа**

$U = \frac{i}{2}\nu RT$ , $i$ - число степеней свободы молекулы газа

$i = 5$ ?? да // по идее да, если конечно не нагреть газ до предельных температур

12.10. **Чему равна молярная теплоемкость при постоянном давлении водяного пара?**

$\frac{i+2}{2}R$ или $R + C_{V\mu}$. Для водяного пара $i = 6$, $C_p = 4R$

12.11. **Чему равна молярная теплоемкость при постоянном объеме идеального одноатомного газа?**

$$\frac{i}{2}R$$

12.12. **Чему равна разность молярных теплоемкостей произвольного вещества при постоянном давлении и постоянном объеме?**

$R$, универсальная газовая постоянная, $8,31\,\frac{\text{Дж}}{\text{моль}*\text{К}}$

12.13. **Запишите уравнение политропы для 1 моля идеального одноатомного газа через переменные $p$ и $V$.**

$$PV^n = const$$

$$n = \frac{C-C_p}{C-C_V}$$

12.14. **Запишите уравнение политропы для 1 моля идеального двухатомного газа через переменные $T$ и $V$.**

$$TV^{n-1} = const$$

$$n = \frac{C-C_p}{C-C_V}$$

12.15. **Запишите уравнение политропы для 1 моля водяного пара через переменные $T$ и $p$.**

$$Tp^{-\frac{n-1}{n}} = const$$

12.16. **Чему равна теплоемкость газа при изотермическом процессе?**

$C = \infty$, т.к. $T = const \Rightarrow \delta T = 0$ в изотермическом процессе

12.17. **Чему равна теплоемкость газа при адиабатическом процессе?**

$C = 0$, т.к. $\delta Q = 0$ в адиабатическом процессе

12.18. **Чему равен показатель политропы при изобарическом процессе?**

$$n = \frac{C_p - C_p}{C_p - C_v} = 0$$

12.19. **Чему равен показатель политропы при изохорическом процессе?**

$$n = \frac{C_v - C_p}{C_v - C_v} = \infty$$

12.20. **Запишите уравнение адиабаты для гелия в переменных $p$ и $V$.**

$$P V^{3/2} = const$$

12.21. **Запишите уравнение адиабаты для молекулярного азота в переменных $T$ и $V$.**

$$T V^{2/5} = const$$

12.22. **Запишите уравнение адиабаты для водяного пара в переменных $T$ и $p$.**

$T^{9/7} P^{-2/7} = const$ (?)

12.23. **Дайте определение вечного двигателя первого рода.**

Гипотетическое устройство, которое на выходе совершает работу большую, чем к нему подводят.

12.24. **Какие фундаментальные свойства симметрии нашего мира делают невозможным вечный двигатель первого рода.**

Закон сохранения энергии

12.25. **Дайте определение вечного двигателя второго рода.**

Гипотетическое устройство, способное совершать полезную работу, использую энтропию вещества, находящегося в состоянии термодинамического равновесия

12.26. **Почему неработоспособен вечный двигатель второго рода?**

Не удается сделать так (возможно маловероятно), чтобы энергия от более холодного тела перешла к более горячему. А для создания вечного двигателя необходимо, чтобы при этом еще и совершалась работа. Превратить теплоту в работу полностью нельзя. Следовательно, в природе существует асимметрия во взаимной превратимости теплоты и работы то получение работы из теплоты возможно только в том случае, когда между теплоотдатчиком и теплоприемником есть разность температур (т.е. $T_1 > T_2$).

12.27. **Сформулируйте второй закон («второе начало») термодинамики (3 формулировки).**

1. Существуют необратимые процессы
2. Невозможен вечный двигатель 2 рода
3. В замкнутых системах энтропия не убывает

12.28. **Почему неработоспособен демон Максвелла?**

Его существование противоречит второму началу термодинамики.
Пример: демон Максвелла позволяет нагреть правую часть сосуда и охладить левую без дополнительного подвода энергии к системе. Энтропия для системы, состоящей из

правой и левой части сосуда, в начальном состоянии больше, чем в конечном, что противоречит термодинамическому принципу неубывания энтропии в замкнутых системах

12.29. **Запишите выражение для КПД идеальной тепловой машины, если даны количества теплот, полученных и отданных рабочем телом за цикл.**

$$\eta = \frac{Q_н - Q_х}{Q_н}$$

12.30. **Запишите выражение для КПД цикла Карно, если известны температуры нагревателя и холодильника.**

$$\eta = \frac{T_н - T_х}{T_н}$$

12.31. **Дайте термодинамическое определение энтропии.**

$$dS = \frac{\delta Q}{T}$$

12.32. **Дайте статистическое определение энтропии.**

$S = k ln\Gamma$ , $k$ - постоянная Больцмана, $\Gamma$ - статический вес(количество микросостояний, реализующих данное макросостояние)

12.33. **Что такое аттрактор?**

Состояние, к которому стремится система(???)

Пример: рулетка.

Как бы крупье не бросал шарик, он в итоге прибьется в одну из 38 лунок. Лунки - аттракторы для системы колесо - !!шарик!!

12.34. **Что такое бифуркация?**

Это термин из теории развития сложных систем, нелинейной термодинамики и синергетики.

Речь о том, что процессы в нелинейных системах могут проходить через ТАКИЕ состояния (называемые точками бифуркации) когда дальнейший процесс может с некоторомыми вероятностями пойти РАЗНЫМИ (обычно - двумя, откуда - "би-") путями. Так что да, это точка "развоения", но - на "фазовой диаграмме :-)"

12.35. **В каких системах возможна самоорганизация?**

1. открытая (наличие обмена энергией/веществом с окружающей средой);
2. содержит неограниченно большое число элементов (подсистем);
3. имеется стационарный устойчивый режим системы, в котором элементы взаимодействуют хаотически (некогерентно).

12.36. **Как изменится уравнение состояния идеального газа для 1 моля, если учесть конечность размеров молекул?**

$$p(V - b) = RT$$

12.37. **Как изменится уравнение состояния идеального газа для 1 моля, если учесть эффекты притяжения между молекулами?**

$$(P + \frac{a}{V^2}) * (V - b) = RT$$

12.38. **Запишите уравнение состояния реального газа (Ван-дер-Ваальса).**

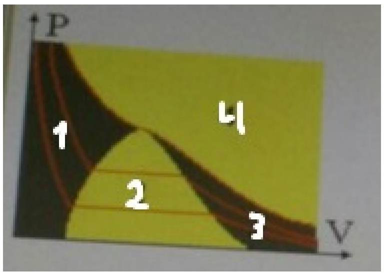
$$(P + \frac{a\nu^2}{V})(V - b\nu) = \nu RT$$

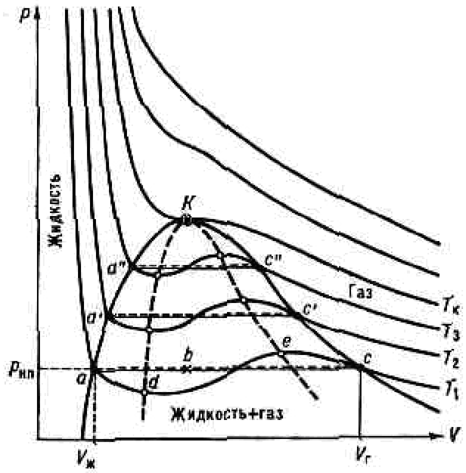
12.39. **Нарисуйте семейство изотерм реального газа и покажите на плоскости $p(V)$ область, соответствующую жидкости.**

1 - жидкость

2 - жидкость + газ

3-4 - газ




12.40. **Нарисуйте семейство изотерм реального газа и покажите на плоскости $p(V)$ область, соответствующую насыщенному пару.**

Рисунок выше, область именуемая “жидкость + газ”

12.41. **Нарисуйте семейство изотерм реального газа и покажите на плоскости $p(V)$ область, соответствующую идеальному газу.**

Рисунок выше, область именуемая “газ”

12.42. **Метастабильным состояниям вещества.**

Называется состояние, стабильность которого сохраняется при не очень больших возмущениях

## 12. Задачи пака 12. Термодинамика.

12.1. **В избе стопили печь, израсходовав $m$ дров с удельной теплотворностью $q$. Как изменилась внутренняя энергия газа в избе, если печная труба была открыта, а изменения объема избы и атмосферного давления в результате топления печи пренебрежимо малы?**

Давление постоянно => изобарный процесс

Объем постоянен => изохорный процесс

$p$ постоянна, т.к. труба открыта и давление равно давлению вне избы.

$V$ постоянна, т.к. объём избы неизменен.

$\nu$ уменьшается, $T$ увеличивается.

$$pV = \nu RT$$

$$U = \tfrac{i}{2}pV = const \Rightarrow \Delta U = 0$$

12.2. **Горизонтально расположенный сосуд разделен пополам невесомым стержнем, способным двигаться без трения. В одной половине сосуда вакуум, в другой – несколько молей идеального одноатомного газа при температуре $T_0$. Между поршнем и одной из стен сосуда вставлена пружина, длина которой в недеформированном состоянии равна длине сосуда. В заполненную газом часть сосуда адиабатически дозапускают моль того же газа, начальная температура которого была равной $T_1$. При этом поршень сдвигается на четверть длины сосуда. Сколько молей газа было в сосуде первоначально?**

$\Delta Q = 0$

$p_1 V_1 = \nu_1 R T_0$

$p_1 V_2 = (\nu_1 + 1) R T$

$V_1 = 1/2 V$

$V_2 = 3/4 V$

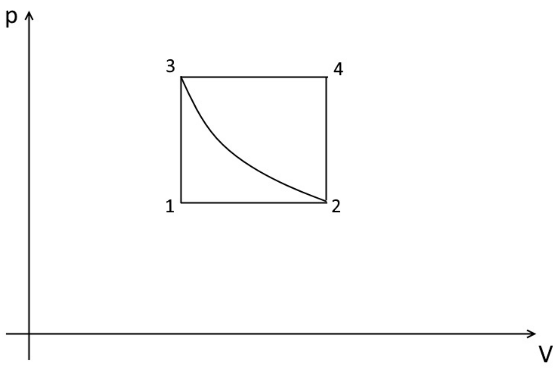
$\nu_1 = n$

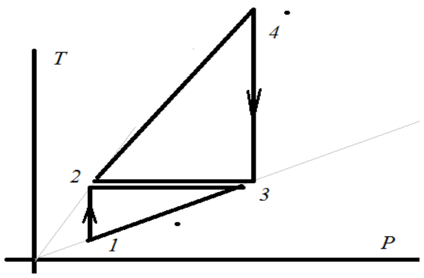
$\nu_2 = \nu_1 + 1$

$F$ на поршень от газа $= P/S$

$F$ на поршень от пружины $= k\delta x$

12.3. **По какому из циклов (123 или 324) действующие на идеальный газ внешние силы совершили большую работу?**




Перерисуем график в оси $p(V)$

При изотермическом процессе знак А газа совпадает со знаком ln (V2 / V1), то есть работа газа положительна при V2 > V1.

При изобарном процессе работа газа равна p(V2 - V1), то есть, опять же, она положительна при V2 > V1.

$$A_{123} = A_{12} + A_{23} + A_{31} = A_{12} - A_{32}$$
$$A_{324} = A_{32} + A_{42} + A_{43} = A_{32} - A_{34}$$

Таким образом, $A_{123} < 0$ и $A_{324} < 0$, по модулю же работа газа в первом цикле равна площади части прямоугольника, находящейся ниже кривой, а второго цикла - выше кривой. Таким образом, $|A_{324}| > |A_{123}|$, и работа внешних действующих сил больше во втором цикле.

12.4. **Тепловая подъемная машина представляет собой сосуд, закрытый сверху невесомым поршнем, способным перемещаться без трения, на который помещается поднимаемый в результате подогрева газа под поршнем груз. Найти отношение КПД тепловых машин в случае, если одна из них наполнена гелием, а вторая-азотом.**