

ППМГ „АКАД. НИКОЛА ОБРЕШКОВ“
V ППМГ БУРГАС CHALLENGE

Състезание по физика, 24 юни 2023 г.

Решения на темата за 5 клас

Задача 1. Скорости

Две коли се движат от София към Бургас. Едната има скорост $v_1 = 100 \text{ km/h}$. Другата има скорост $v_2 = 30 \text{ m/s}$.

- а) Коя от двете коли ще пристигне първа в Бургас? [3 т.]
б) С колко минути ще закъснее по-бавната кола? Разстоянието София-Бургас е $s = 385 \text{ km}$. [3 т.]

а) $v_2 = 30 \text{ m/s} \cdot \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 108 \text{ km/h} > v_1 \Rightarrow$ втората кола ще пристигне първа.

б) Първата кола ще пристигне за $t_1 = \frac{s}{v_1} = 3,85 \text{ h}$, а втората – за $t_2 = \frac{s}{v_2} = 3,565 \text{ h}$. Втората кола ще подрани с $\Delta t = t_1 - t_2 = 0,285 \text{ h} = 17,1 \text{ min}$

Задача 2. Миризма

В затворено помещение без прозорци някой запалва цигара.

- а) Заради кое физично явление ще усетите мирисът на цигарата? [2 т.]
б) Ако мине много дълго време, ще може ли по миризмата във въздуха да се познае къде в стаята е била запалена цигарата? Обяснете защо. [3 т.]

а) Заради **дифузията** – при хаотичното движение на частиците веществата от цигарения дим се разпространяват навсякъде из стаята.

б) Не – миризмата се разпространява приблизително равномерно навсякъде.

Задача 3. Охлаждане

Защо ако се намокрим с вода, тя ще ни охладя? Опишете всички физични процеси, настъпващи между нас и водата, както и със самата вода. [4 т.]

От една страна водата вероятно ще е с по-малка температура (например температурата на околната среда) от нас (37°C), при което тя ще извършва **топлообмен**. По-същественото обаче е, че с времето водата ще се **изпарява**, като при този процес тя трябва да **поглъща топлина**, което означава, че ние ще **отдаваме топлина** на нея.

Задача 4. Жега?

а) Ачо взел някакъв термометър, измерил си температурата и видял, че на термометъра пише 100° . Това трябва ли да го притесни? [3 т.]

б) При каква температура градусите по Целзий и по Фаренхайт ще бъдат едно и също число? [3 т.]
Полезна формула: Температурата на едно тяло в градуси Фаренхайт е $t_F = 1,8 \cdot t_C + 32$, където t_C е температурата в градуси Целзий.

а) Невъзможно е човешкото тяло да има температура 100°C . Единствената възможност е термометърът да мери градуси Фаренхайт, при което $t_C = (t_F - 32)/1,8 = 37,78^\circ \text{C}$. Явно Ачо има висока температура, но не е чак толкова стряскащо висока, колкото звучаха 100° .

б)

$$t = 1,8 \cdot t + 32$$

$$0,8t = -32$$

$$t = -40^\circ$$

Задача 5. Храна

Баян изял банан, в който има енергия $E = 88,7 \text{ kcal}$. Ако знаете, че 1 cal съответства на $4,184 \text{ J}$ (джаула) енергия, а 1 J е енергията, необходима за повдигането на тежест около 100 g на един метър височина, то колко висока стълба би могъл да изкатери Баян с енергията от своя банан? Масата на Баян е $m = 68 \text{ kg}$. [4 т.]

$$E = 371\,000 \text{ J}$$
$$h = \frac{371\,000}{680} \text{ m} = 546 \text{ m}$$

Задача 6. Крушка

Разполагаме с крушка с мощност $P = 60 \text{ W}$.

а) Ако цената на електроенергия е 7 ст./MJ , то колко време трябва да работи една крушка, за да изхаби електроенергия за 1 лев ? [2 т.]

$$c = 0,07 \text{ lv/MJ} = 0,00000007 \text{ lv/J}$$
$$t = \frac{P}{c} = 857\,000\,000 \text{ s} = 238\,000 \text{ h} = 9920 \text{ d} = 27,2 \text{ yr}$$

б) Каква част от светлината на крушката ще попада върху кръгче с площ $S = 1 \text{ cm}^2$, намиращо се на разстояние $r = 1 \text{ m}$ от крушката? [3 т.]

$$\eta = \frac{S}{4\pi r^2} = 0,000796\%$$

в) Каква е общата мощност на светлината, попаднала върху тази площ? [2 т.]

$$P_1 = \eta P = 0,478 \text{ mW}$$

Задача 7. Пясък

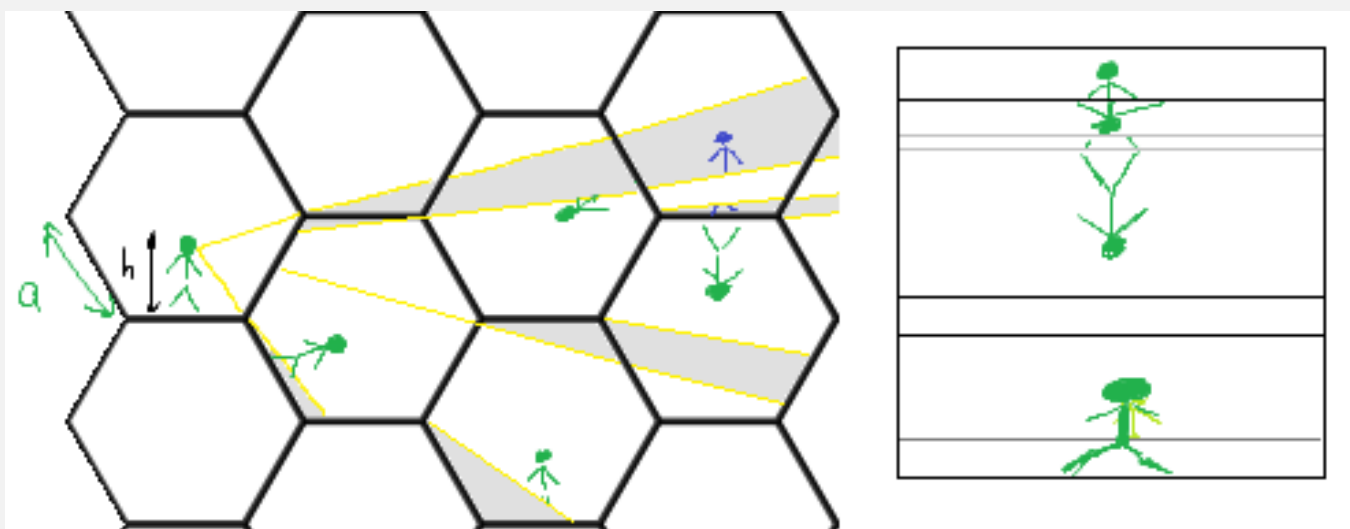
Една кофа пясък тежи повече, отколкото една кофа вода. Защо тогава ако напълним същата кофа с мокър пясък, тя ще тежи повече? [4 т.]

Пясъкът не запълва плътно пространството, в което се намира – между песъчинките има кухини, пълни с въздух. Ако намокрим пясъка, водата запълва кухините, измествайки въздуха (а не самите песъчинки).

Задача 8. Огледална стая

Габи се намира в средата на стая с хоризонтални огледални под и таван и наклонени огледални стени, образуващи правилен шестоъгълник, както е показано на чертежа. Дължината на шестоъгълника е $a = 2 \text{ m}$, а височината на Габи е $h = 140 \text{ cm}$. Стаята е празна (но добре осветена).

а) Нарисувайте какво ще вижда Габи, ако гледа към дясната стена, която е на нейното ниво. [3 т.]



На левия чертеж се означени различните видими образи на Габи. На десния чертеж е рисунка на това, което приблизително ще вижда Габи. Разбира се, освен тези образи съществуват и по-далечни, тяхното начертаване не е задължително.

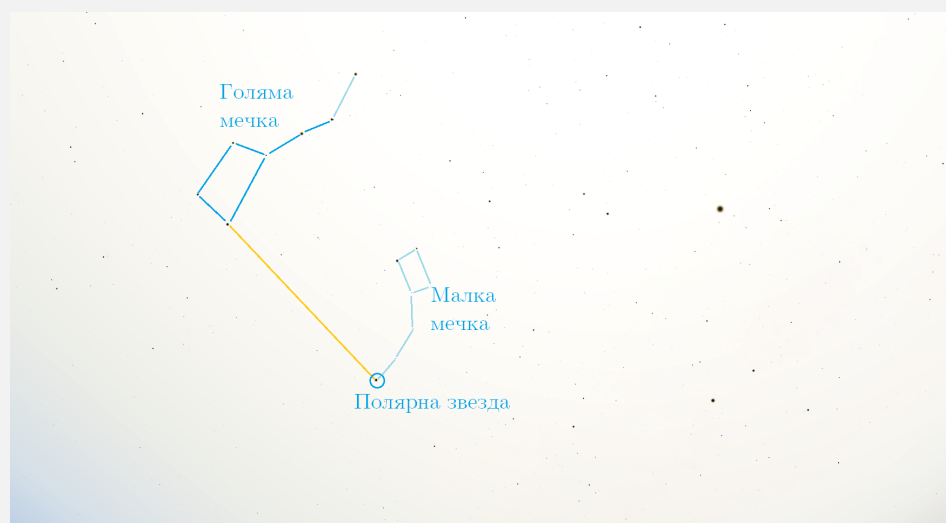
- б) На какво разстояние от Габи се намира първият образ на Габи, който е право надясно от нея и е ориентиран вертикално? Прав ли е образът или обърнат? [2 т.]

Диагоналът на шестоъгълника е $2a$, разстоянието от Габи до края на пода е $a/2$. Тогава разстоянието от Габи до вертикалния ѝ образ е $\frac{a}{2} + 2a + a + a = \frac{9}{2}a = 9 \text{ m}$.
Образът е **обърнат**.

Задача 9. Звездно небе

На последната страница разполагате с негативно изображение на небето (светлите цветове стават тъмни и обратно). На него:

- а) Намерете съзвездието Голяма мечка. В решението си скицирайте приблизително изображението, така че да е ясно в коя област от него сте намерили Голямата мечка, и свържете звездите от съзвездието. [2 т.]
- б) Опишете метод, с който да намерите положението на Полярната звезда. [1,5 т.]
- в) Посочете положението на Полярната звезда. [1,5 т.]



Единият възможен вариант да намерим Полярната звезда, е ако прекараме права линия през звездите Дубхе и Мерак от Голямата мечка. Приемат се и алтернативни методи, стига да са верни.

Задача 10. Вода и лед

На дъното на кофа, пълна с вода, сме завързали една буца лед. Какво ще се случи с нивото на водата след като ледът се разтопи? [4 т.]

Ледът има по-малка плътност от водата – при нагряване ледът се свива, превръщайки се във вода. Тоест общият обем на съдържанието на кофата ще намалее и нивото на водата ще **спадне**.

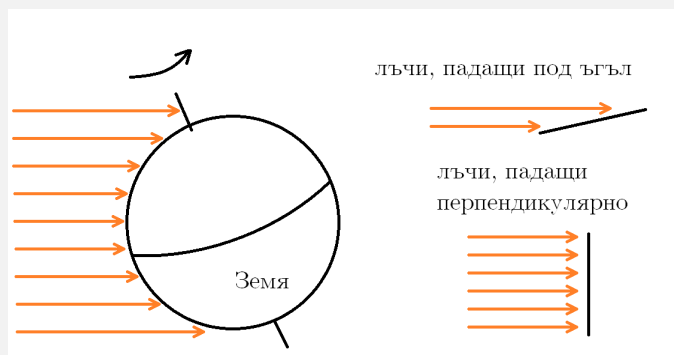
Задача 11. Сезони

Пепи дава следно обяснение за смяната на сезоните, заедно с чертежа:

“Земята се движи по орбита, която не е идеален кръг – тя е елипсоидна заради силите на привличане между Земята и Слънцето (те са големи заради близостта на Земята до Слънцето), както и между Земята и Луната, макар и последното да влияе основно върху приливите и отливите. Понеже елипсата има два радиуса \Rightarrow единият край е по-близо, а другият – по-отдалечен от центъра ѝ, което представено с планетата ни и Слънцето означава, че два пъти в годината Земята се приближава до Слънцето и два пъти се отдалечава от него. Понеже Слънцето е горещо огнено кълбо от газове (H и He), което излъчва топлина и светлина под формата на енергия в следствие на ядрени процеси в ядрото – радиация – то значи, че когато Земята е близо до Слънцето, до нея достига повече енергия – затопля се – и този етап/сезон сме решили да го наречем лято. В случая, когато тя е по-далеч от Слънцето – обратното (и сезонът е вече зима).”

Посочете грешките в това обяснение. Дайте правилно обяснение на смяната на годишните времена. Обяснете какво би се случило, ако Пепи беше прав. [5 т.]

Фактът, че орбитата на Земята е елипса, не оказва почти никакво влияние върху температурите на Земята. Максималното разстояние между Слънцето и Земята е едва с 3% по-голямо от минималното. Ако Пепи беше прав, нямаше лятото и зимата да са по различно време в двете полукълба. Земята е най-близо до Слънцето на 3 януари, когато за нас е зима, а за южното полукълбо – лято.



В действителност смяната на сезоните се дължи на наклона на земната ос спрямо орбитата на Земята около Слънцето. През лятото, слънчевите лъчи падат **перпендикулярно** на множество точки от северното полукълбо. Не е важно, че тези точки са *по-близо* до Слънцето! Земният радиус е $1/24\,000$ от разстоянието Земя-Слънце, тоест в случая разликите в разстоянията нямат никакво значение. Важното е, че когато Слънчевите лъчи падат перпендикулярно на земната повърхност, или изобщо под голям ъгъл, върху единица площ от Земята попада по-голямо количество светлина (и съответно топлина).

Задача 12. На Луната

Коментирайте твърдението, че на Луната няма гравитация. [2 т.]

Всяко тяло привлича гравитационно останалите тела към себе си. Масата на Луната е по-малка от тази на Земята, но ако стъпим на Луната, пак ще усещаме гравитационна сила. Тя би била около 6 пъти по-малка от гравитационната сила, която сега ни действа на Земята.

Задача 13. Плаване и потъване

Кои от следните материали биха потънали във вода и кои биха плавали:

стъкло [1 т.], дърво [1 т.], желязо [1 т.], лед [1 т.], алуминий [1 т.]?

Стъклото, желязото и алуминият ще потънат, а дървото и ледът ще плават.

Задача 14. Цветните цветя на Цвети

Цвети гледа цветни цветя през нощта, като е светнала с фенерче, което може да свети в различни цветове. В какъв цвят Цвети ще вижда цвете, което:

- а) е жълто, осветено със зелена светлина; [2 т.]
- б) е червено, осветено със зелена светлина; [2 т.]
- в) е синьо, осветено с виолетова светлина? [2 т.]

- а) зелено
- б) черно
- в) синьо

Задача 15. Бегачи

Краси и Боби обикалят игрище с обиколка $s = 600$ m. Краси прави една обиколка за време $t_1 = 2$ m, а Боби – за $t_2 = 2$ m 30 s.

- а) С какви скорости (в m/s) се движат Краси и Боби? [2 т.]
- б) Ако приемем, че обикалят с постоянна скорост, след колко време Боби ще изостане с една обиколка? [4 т.]

- а) $v_1 = s/t_1 = 5$ m/s и $v_2 = s/t_2 = 4$ m/s
- б) След 10 минути – тогава Боби ще е направил точно 4 обиколки, а Краси – 5.

Задача 16. Разсеян експериментатор

Експериментаторът Дими започва да нагрява тенджерата, пълна с кубчета лед, в която е поставил термометър. Освен това си носи хронометър, с който да измерва времето. Всяко измерване на температурата и времето начертал като точка на графиката, показана на Фиг. 3. Целият експеримент продължил 600 секунди.

- а) Дими забравил да означа мащаба на температурата по графиката, както и величината и мерната единица на другата ос. Помогнете му, като кажете колко градуса Целзий съответстват на едно делене и какво е трябвало да напише на другата ос. [2 т.]
- б) Какви физични процеси са се извършили в тенджерата? [2 т.]
- в) По едно време Дими забравил да гледа температурата на тенджерата. Каква предполагате, че трябва да е била температурата при $t = 8$ min? [2 т.]

- а) На едно деление съответстват 20° C. На другата ос трябва да има надпис t, s .
- б) През цялото време ледът/водата поглъщат топлина. В началото ледът се нагрява, после се топи до $t = 4$ min. Получената вода се нагрява до $t = 9$ min, след което кипи. През цялото време, докато има вода, част от нея се изпарява.
- в) 80° C.

Задача 17. В пустинята

Защо в пустинята, където нощем е много студено, а денем е много топло, скалите в природата се раздробяват много по-бързо, отколкото например в България? [3 т.]

Големите температурни разлики водят до голямо температурно разширение и свиване. Това поражда механично напрежение в скалите, което с времето води до тяхното раздробяване на части. При умерен климат този ефект не е толкова силен.

Задача 18. Работа в клас

В бургаската математическа гимназия класовете имат между 22 и 28 ученици. В час по “Човекът и природата” учениците от 5б клас имитират молекулите в морето и във въздуха. Първо всички се хванали за ръце, така че да имитират няколко азотни молекули в атмосферата. След това те се хванали за ръце, така че да имитират няколко водни молекули в морето. Тогава всяко момиче играло ролята на атом кислород, а всяко момче – на атом водород.

а) В кой от случаите трябва учениците да бягат хаотично из стаята, и в кой трябва да стоят близо един до друг. Обяснете. [2 т.]

б) Колко момичета има в класа? [4 т.]

а) Азотът е газ при нормални условия. Молекулите му се движат бързо и хаотично. Водата е течност, и молекулите стоят много по-близо една до друга.

б) Азотът има двуатомни молекули, така че броят на учениците в класа се дели на две. Водата има триатомни молекули, затова броят се дели и на три. Затова броят ученици се дели на шест. Единствената позволена възможност е 24. От водните молекули знаем, че за всяко момиче има две момчета. Затова момичетата са 8.

Задача 19. Слънце

Енергията във външните части на Слънцето се пренася с движението на потоци вещество отвътре навън и отвън навътре, както е показано на Фиг. 4. Върховете на тези потоци се виждат на повърхността на Слънцето, което дава вид на “гранули” Фиг. 5.

а) Какво е името на процеса, свързан с движението на веществото в Слънцето? [2 т.]

б) В коя от точките А и В веществото е по-горещо и защо? [2 т.]

в) Квадратите 1 и 2 на Фиг. 5 имат еднакъв размер. Защо в квадрат 1 може да преброим повече гранули, отколкото в квадрат 2, намиращ се в центъра на снимката? [2 т.]

а) **конвекция**

б) По-горещо е в точка В. Когато веществото е по-горещо, то е и по-малко плътно, което му позволява да се издигне нагоре спрямо заобикалящата го среда.

в) Това идва от факта, че Слънцето не е диск, а е сфера. В краищата на изображението се съдържа повече истинска площ от повърхността на Слънцето, отколкото в центъра. Затова и там има повече гранули.

Задача 20. Ден в музея

а) Уредът на Фиг. 6 датира от около 1825 година. Бялото колело може да се върти свободно. Какво представлява уредът и как се използва? [2 т.]

б) Везната на Фиг. 7 е използвана от най-големия син на Чарлз Дарвин за експерименти с растения. От едната страна на везната поставяме саксия с цвете, а от другата страна я уравновесяваме с теглилки. След няколко дни везната се накланя към страната с теглилките. Защо? [3 т.]

а) Уредът е **микроскоп**. На колелото са монтирани различни експонати, които могат да се наблюдават в зависимост от това как е завъртяно колелото.

б) Растението губи част от задържаната в него вода и става по-леко.

Задачи 1-16 са съставени от Георги Александров.

Задачи 17-20 са съставени от Стефан Иванов.