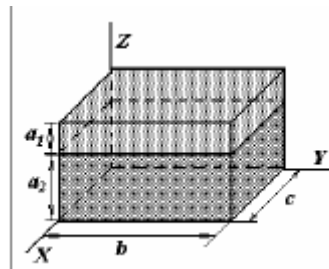


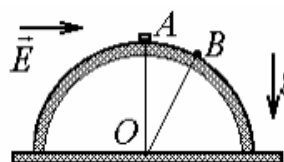
Olimpiada de Física, Belarús, 2000

Grado 10.

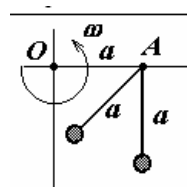
1. Una combinación elástica está formada por dos placas de aluminio y acero unidas. Determine el coeficiente de elasticidad del sistema en los ejes OX , OY , OZ . El módulo de Young del acero es $E_1=250 \text{ GPa}$, aluminio $E_2=71 \text{ GPa}$, el ancho de la capa de acero es $a_1=1,0 \text{ cm}$, y el del aluminio es $a_2=2,0 \text{ cm}$, $b=5,0 \text{ cm}$, $c=10 \text{ cm}$.



2. Dentro de un campo eléctrico homogéneo se encuentra una semi esfera lisa, de cuyo vértice se libera un pequeño disco cargado. El disco se separa de la superficie en el punto B , a demás $\angle AOB=30^\circ$ (O – es el centro de la semi esfera). Determine la relación entre la fuerza de gravedad que actúa sobre el disco y la fuerza eléctrica.



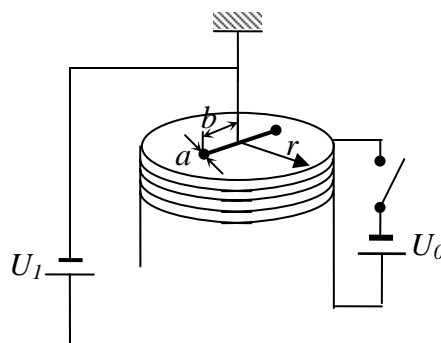
3. Dos pequeñas esferas de plastilina están unidas por hilos de longitud $a=20 \text{ cm}$ al punto A , que se encuentra a la distancia a del centro del disco, en el plano horizontal. Las esferas están colocadas de tal forma que ambos hilos forman con el lado OA un ángulo de $\alpha_1=45^\circ$ y $\alpha_2=90^\circ$ respectivamente. El disco comienza a rotar lentamente alrededor del eje vertical que pasa por su centro. Construya una gráfica aproximada de la dependencia del ángulo entre los hilos respecto a la velocidad angular del disco, ponga los puntos característicos de dicha dependencia. El coeficiente de rozamiento de las esfera con la superficie es $\mu=0,40$.



4. Como modelo de una película elástica se puede tomar un red cuadrada, formado por pequeños muelles de constante elástica k . Demuestre que dentro de este modelo la energía potencial de una película elástica se determina por la formula $U = k(\sqrt{S} - \sqrt{S_0})^2$, donde S – es el área de la película deformada y S_0 – el área inicial no deformada. De la película se construyo un aerostato, cuyo radio para la película no deformada es r_0 . Determine la dependencia de la presión del aire dentro del globo con el radio. La presión atmosférica se desprecia.

Grado 11.

5. Un péndulo de torsión está compuesto por una varilla conductora liviana, en los extremos de la cual se colocan dos esferas metálicas. Todo el sistema cuelga de un hilo de longitud constante, elástico y conductor. El péndulo se coloca encima del extremo de un solenoide vertical con un núcleo ferromagnético. Las espiras del solenoide están hechas de cobre, enrolladas



en una sola capa (una vuelta a continuación de la otra). El péndulo se conecta a una fuente de alta tensión $U_1=15 \text{ kV}$, las espiras del solenoide se conectan con un interruptor a una fuente de tensión $U_0=2,0 \text{ kV}$ ¿Estime qué ángulo máximo rota la varilla del péndulo, cuando se cierra el interruptor?

Parámetros del sistema: resistencia específica del cobre $\rho=0,017 \mu\Omega\cdot\text{m}$; radio del enrollado $r=15 \text{ cm}$, su altura $h=40 \text{ cm}$, diámetro del alambre $d=5,0 \text{ mm}$, permeabilidad magnética del núcleo $\mu=1,8\cdot 10^3$, diámetros de las esferas del péndulo $a=5,0 \text{ cm}$, masa de las esferas $m=14 \text{ g}$, período libre de rotación del péndulo (cuando este está solamente bajo la acción de la fuerza de gravedad) $T=14 \text{ s}$.

La inducción magnética para un solenoide largo se calcula según la formula $B = \mu\mu_0 nI$, donde n -densidad de vueltas (numero de vueltas en unidad de longitud), I -corriente en el enrollado. Se recomienda utilizar la ecuación $\mu_0\epsilon_0 = \frac{1}{c^2}$, donde $c=3,0\cdot 10^8 \text{ m/s}$ -velocidad de la luz.

6. Para la medición de la carga del electrón el físico americano Rovert Miliquiant entre 1909-1912 realizo una serie de experimentos, para investigar el movimiento de pequeñas gotas de grasa cargadas dentro de un campo eléctrico. En el equipo de Miliquiant las gotas de grasa entraban al espacio moviéndose entre dos placas metálicas horizontales, a las cuales se le aplica una tensión constante. Con la ayuda de un microscopio se realizaba la observación del movimiento en el aire y se media sus velocidades. Las gotas adquirían carga negativa en el movimiento entre las placas. a demás se podía medir la carga de las gotas iluminándolas con luz ultravioleta.

Sin pretender una repetición exacta de los resultados se dan unos valores posibles en la tabla 1.

Con la ausencia del campo eléctrico se midió la velocidad de las gotas v_0 . Si se aplica una tensión entre las placas U_0 , las gotas comienzan a moverse hacia arriba, la velocidad de las gotas medidas en este caso es v_1 , el radio de las gotas es r . la densidad de la grasa es $\rho=910 \text{ kg/m}^3$, la distancia entre las placas metálicas es $h=1,0 \text{ cm}$, la aceleración de la gravedad es $g=9,8 \text{ m/s}^2$.

Para una gota de radio microscópico la fuerza de rozamiento viscoso es proporcional a la velocidad. Considere que la carga en el proceso de la medición permanece constante.

Determine con estos datos la carga del electrón, estime el error del resultado obtenido.

№	$r, \text{M}\mu\text{M}$	$v_0, \frac{\text{MM}}{\text{c}}$	U_0, KB	$v_1, \frac{\text{MM}}{\text{c}}$
1	1,3	0,19	5,0	0,18
2	1,7	0,32	5,0	0,51
3	1,7	0,32	5,0	0,24
4	1,2	0,16	5,0	0,23
5	1,4	0,22	5,0	0,29
6	2,0	0,44	5,0	0,39
7	1,6	0,28	5,0	0,46
8	1,5	0,25	5,0	0,38
9	2,2	0,53	5,0	0,22
10	1,4	0,22	5,0	0,63

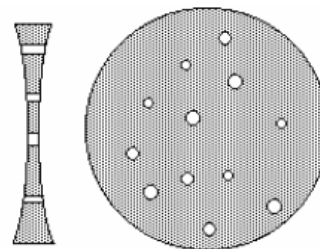
$\text{M}\mu\text{m}-\mu\text{m}$

$\text{MM}/\text{c}-\text{mm}/\text{s}$

$\text{KB}-\text{kV}$

7. Para la elaboración de lentes delgadas el espacio entre dos superficies esféricas delgadas se lleno de un material con índice de refracción $n_0=1,69$. En el proceso de

elaboración se produjo un error tecnológico y dentro de la lente quedaron un número determinados de burbujas de aire, que bordean las dos superficies de la lente y que están distribuidas de manera homogénea por la superficie. Una lente doble convexa obtenida de esta manera se coloca en agua (índice de refracción $n_l=1,33$), y a la distancia de $a=40\text{ cm}$ después de la lente se encuentra una pantalla paralela al plano de la lente. La lente es iluminada totalmente con un haz paralelo, en dirección del eje principal. En la pantalla se crea un círculo brillante, cuyo diámetro es dos veces el de la lente. A demás, en el centro de este círculo hay una mancha redonda pequeña, cuya iluminación es $\eta=3,0$ veces mayor que la iluminación restante. Determine el área resultante (en por cientos respecto al área de la lente) de las burbujas en la lente. La difracción de la luz se desprecia.



8. Una flecha con masa $m=1,5\text{ kg}$ es lanzada verticalmente con una velocidad $v_0=15\text{ m/s}$. La flecha se ha fijado a una cuerda lisa y flexible, con masa en unidad de longitud $\lambda=20\text{ g/m}$. A qué altura se eleva la flecha, si su longitud es:

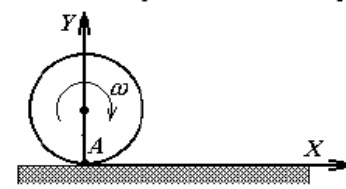
a) $l=5,0\text{ m}$.

b) $l=15\text{ m}$.

1. La resistencia del aire es despreciable. La aceleración de la gravedad se puede tomar como $g=9,8\text{ m/s}^2$.

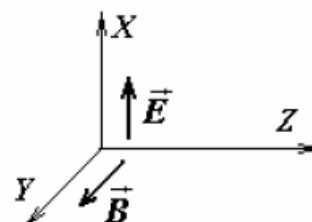
9.1 Una rueda R rueda sin deslizamiento por una superficie horizontal, rotando por su eje con una velocidad angular constante ω . Tomemos un sistema de coordenadas cartesianas, como se muestra en la figura. El punto A , que se encuentra en el borde de la rueda, en el momento inicial está en el origen del sistema de coordenadas. Escriba las ecuaciones que describen las proyecciones de la aceleración a_x , a_y ; y las proyecciones de la velocidad v_x , v_y ; en los ejes x , y para el punto A . Determine la velocidad

media $\langle \vec{v} \rangle$ para el movimiento del punto A en un tiempo muy grande.



9.2 Dos partículas iguales, cuyas masa es m , se mueven en la dirección del eje X bajo las fuerzas que cambian en el tiempo. Sobre la primera partícula actúa la fuerza $F_1 = F_0 \sin \omega t$ y sobre la segunda $F_2 = F_0 \cos \omega t$ (donde F_0 , ω son constantes conocidas) Escriba las ecuaciones de la dependencia con el tiempo de las aceleraciones a_1 , a_2 , las velocidades v_1 , v_2 , la coordenada x_1 , x_2 . Determine la velocidad media de la partícula en un intervalo de tiempo muy grande.

9.3 Un electrón se mueve en el campo de una onda electromagnética plana, cuyo vector de la intensidad del campo eléctrico está en la dirección del eje X y cambia con el tiempo según la ley $E=E_0 \cdot \cos \omega t$, y el vector la inducción magnética cambia según la ley $B=B_0 \cdot \cos \omega t$. La longitud de onda es tan grande que se puede despreciar la dependencia de la onda con el eje Z . En el campo de la onda electromagnética se mueve un electrón con velocidad no relativista v y se cumple la relación $E_0 \gg v B_0$. Utilizando esta relación determine la función para la



proyección de la velocidad en el eje X con el tiempo. Determine la velocidad media del movimiento del electrón en la dirección de Z (velocidad de deriva). Considere que la velocidad inicial del electrón es cero.