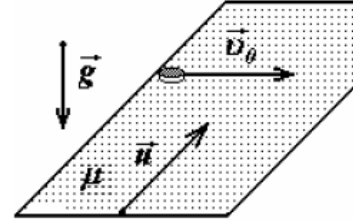


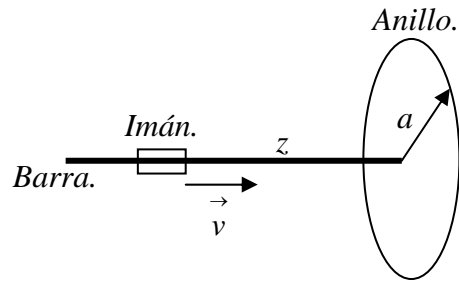
Olimpiada de Física, Belarús, 2003

Grado 10.

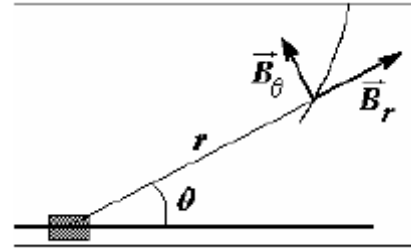
1. Un pequeño disco entra en una línea de transportación horizontal, que se mueve con velocidad constante \vec{u} , perpendicular a la dirección a su movimiento. La velocidad inicial del disco es \vec{v}_0 ($\vec{v}_0 \perp \vec{u}$), el coeficiente de rozamiento entre el disco y la línea es μ . Determine la velocidad mínima del disco v_{min} respecto a tierra en el proceso de su movimiento.



2. Con el movimiento de un conductor dentro de un campo magnético surge una corriente. Intentemos calcular esta corriente en un problema en particular. Un imán cilíndrico permanente se mueve con velocidad constante v por una barra larga y recta, que se encuentra en el eje de un anillo de radio a (en todo momento la barra y el anillo están inmóviles). La resistencia del anillo es R , su inductancia es despreciable.



El campo magnético del imán en un punto cualquiera A es cómodo representarlo en función de r - distancia del centro del imán al punto dado, θ -ángulo entre una línea que pasa por el eje del imán y otra que une el centro del imán con el punto. El vector inducción magnética es cómodo



descomponerlo en \vec{B}_r - componente radial, \vec{B}_θ -azimutal. Estas componentes se pueden calcular según las ecuaciones.

$$B_r = b \frac{2 \cos \theta}{r^3} ; B_\theta = b \frac{\sin \theta}{r^3} .$$

Donde b es una magnitud constante.

Para mayor claridad el campo magnético se muestra en la figura.

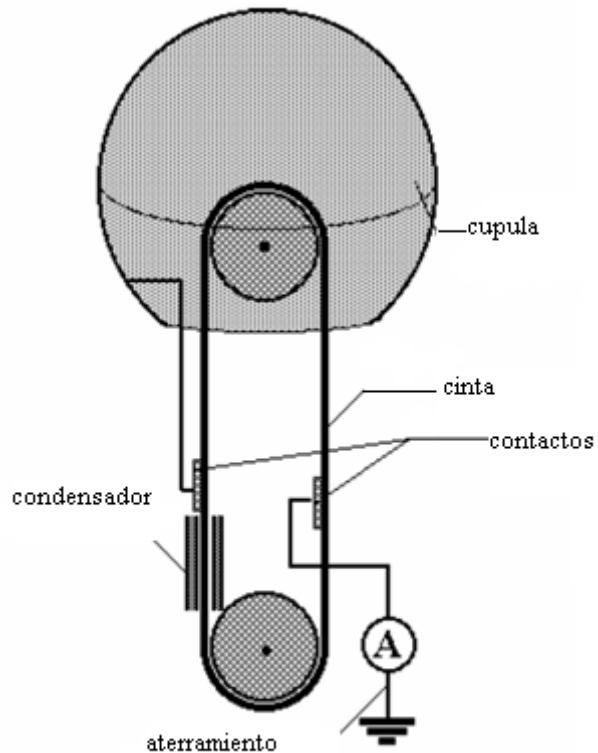
Determine la fuerza que ejerce el anillo sobre el imán en un punto que dista z del centro del anillo.

3. En la profundidad del universo se descubrió un asteroide homogéneo de forma esférica con radio R , compuesto por elementos raros. Midiendo con un gravitómetro de alta definición (equipo para medir la aceleración de la gravedad g) mostró que la aceleración de la gravedad en todos los puntos de la superficie del asteroide era la misma y de módulo $|\vec{g}| = g_0$. Como resultado de la extracción de minerales valiosos en

un lugar dentro del asteroide se creó una cavidad esférica que no sale a la superficie. Las mediciones posteriores de la aceleración de la gravedad mostraron que la gravedad cambió en su superficie donde; $g_{min} = 0,938g_0$ se alcanza en un punto A (la disminución

de g son de $\eta_1=6,2\%$, y el valor máximo de $g_{max}=0,993g_0$ en un punto opuesto diametralmente punto B en su superficie (la disminución de la gravedad es del $\eta_2=0,70\%$). Determine con estos datos la posición a (distancia mínima del centro de la cavidad a la superficie) y el radio de la cavidad r .

4. En un generador de Vander-Graf (ver figura) con cinta de espesor h y ancho a se construye de un material de permitividad dieléctrica ε , la cual se pone en movimiento con un pequeño motor que le comunica una pequeña velocidad v a la cinta. El movimiento de la cinta transcurre entre las placas de un condensador plano, cuyas placas están colocadas a la distancia pequeña d , si tocarse entre ellas. Al condensador se le aplica la tensión U . Las cargas que se crean en la cinta se toman con ayuda de unos contactos (con la placa negativa del condensador) y se pasan a la superficie interna de la cúpula metálica del generador, creando un campo electrostático lo suficientemente fuerte (alta tensión) en el espacio que rodea la cúpula. Las cargas a los lados internos de la cinta se mandan a tierra. Para los cálculos tome que al cúpula es totalmente esférica de radio R , la permitividad dieléctrica del aire $\varepsilon=1$.



Determine:

- 1) La densidad de carga σ' inducida en la cinta cuando sale del condensador.
- 2) La carga de la esfera metálica del condensador $q(t)$ después t después del comienzo de su trabajo. Considere que todas las cargas polarizadas se sacan de la cinta a la salida del condensador. No hay pérdida de carga.
- 3) La corriente en los contactos a tierra I_3 .

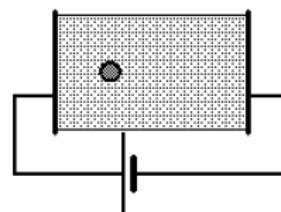
4) Utilizando la ley de ohm en forma diferencial $\vec{j} = \frac{\vec{E}}{\rho}$ determine la carga que se establece q^* en la esfera del generador con la suposición que el aire es un medio débilmente conductor con resistencia específica ρ .

5) Con una tensión lo suficientemente grande se puede observar corrientes de corona (chispas). Determine la carga que se establece q^{**} en la esfera del generador con las corrientes de corona, si la relación entre la densidad de corriente y la intensidad del campo en este caso tiene la siguiente forma $\vec{j} = \frac{1}{\rho} \vec{E} + \beta \vec{E} \left| \frac{\vec{E}}{E} \right|$, β - es una constante conocida.

Grado 11.

5. Entre las placas de un condensador plano que están a una distancia h una de la otra se encuentra un líquido débilmente conductor viscoso, cuya resistencia específica es ρ y su permisividad es ε .

A las placas del condensador se conecta la diferencia de potencial U . Dentro del líquido se coloca una pequeña y ligera esfera conductora cuya carga es q_0 . Con el movimiento de la esfera en el líquido sobre ella actúa la fuerza de rozamiento viscosa $F = \beta \cdot v$ donde v – es la velocidad de la esfera β – una constante conocida. A que distancia máxima se corre la esfera en su movimiento. Se conoce que la esfera no choca con las placas del condensador, la acción de la fuerza de gravedad se desprecia.



6. En las ideas modernas de la cosmología las estrellas surgen de las nebulosas de polvo y gas. Vamos a considerar que la estrella se formó si en la nube comienza a ocurrir una reacción termonuclear.

Supongamos que la nube, está formada por átomos de hidrógeno, cuyo diámetro $3 \cdot 10^{16}$ m y masa $2 \cdot 10^{30}$ kg, distribuida homogéneamente por el volumen de la nube, comienza a comprimirse bajo la acción gravitacional. Vamos a considerar que el proceso de formación de la estrella se desprecia los choques entre las partículas.

1) Demuestre que en el proceso de compresión la distribución de la masa dentro de la nube permanece homogénea.

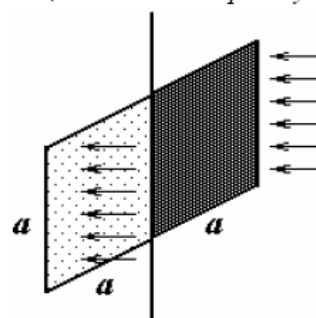
2) Estime para que radio de la nube comienzan las reacciones termonucleares.

Considere que la reacción termonuclear comienza cuando la temperatura alcanza el valor de $1 \cdot 10^7$ K. las pérdidas de energía por radiación en el proceso de compresión se desprecian.

3) Estime el tiempo de compresión de la nube hasta la formación de la estrella.

Considere que en el proceso de compresión se puede despreciar la presión del gas. La constante de gravitación $G \approx 7 \cdot 10^{-11} (\text{N} \cdot \text{m}^2) / \text{kg}^2$.

7. Para demostrar la existencia de la presión de la luz se utiliza el equipo (radiómetro). Dentro de una campana de vidrio, de la cual se extrae el aire, se coloca una veleta liviana, compuesta por varias aspas las cuales pueden rotar por un eje vertical formando una pequeña veleta. Las aspas están hechas de una placa metálica, una de las caras es como un espejo y la otra oscura. Es bien conocida que cuando incide la luz normalmente la presión de la luz sobre la cara brillante (espejo) es mayor que sobre la oscura, lo que implica que las aspas deben rotar con la parte oscura delante.



Pero la experiencia muestra que algunas veces las aspas rotan en sentido contrario. Su problema (con nuestra ayuda) es explicar el movimiento de la veleta bajo la acción de la luz. Analicemos el modelo simplificado de este equipo: la veleta está compuesta por dos aspas de aluminio, hechas en forma de cuadrado con lado $a = 1,0$ cm uno de sus lados está fijo al eje de rotación, el ancho de la lámina es $h = 1,0$ mm. Considere que una de las caras del cuadrado es un espejo ideal y la otra absolutamente negra. El equipo es iluminado con un haz de luz horizontal. Cuya intensidad luminosa es $I_0 = 1,2 \text{ kW/m}^2$. La velocidad

de la luz se puede considerar $c=3,0 \cdot 10^8$ m/s. En todos los incisos donde sea posible de la respuesta en forma numérica.

1. ¿A que será igual la fuerza de presión de la luz cuando incide normalmente sobre la parte brillante y oscura del aspa?

2. Supongamos que la luz incide bajo un ángulo φ con la normal. Determine la fuerza que actúa sobre la parte brillante y oscura de la placa.

3. Vamos nombrar como posición inicial de la veleta a la posición en la cual ella se encuentra respecto a la vertical del frente de luz. Construya la gráfica de la dependencia de la suma de los momentos de fuerzas de la veleta respecto al ángulo de rotación. Considere positiva la rotación en contra de las manecillas del reloj (como se muestra en la figura). Obtenga una la gráfica de la dependencia del momento de fuerza de la presión de la luz respecto a al ángulo de rotación.

Determine el valor medio del momento de fuerza, medido para una vuelta completa de la veleta.

¿En que dirección debe rotar la veleta?

La causa fundamental de la rotación “contraria” de la veleta es la existencia de gases dentro de la campana, cuya presión sobre la placa depende la temperatura.

En la campana se encuentra helio a baja presión $p=50$ Pa. La temperatura en el gas es constante e igual a $T_0=290$ K. La masa molar del helio es $\mu=4,0 \cdot 10^{-3}$ kg/mol.

Vamos a considerar que la veleta da vueltas lo suficientemente rápido, lo que implica que en los cálculos, el carácter termodinámico se puede tomar como valor medio en vueltas completas de la veleta.

4. Determine el valor medio para una vuelta de la densidad del flujo de calor, absorbido por la placa oscura de la veleta.

La densidad del flujo de calor es la cantidad de calor transmitida en unidad de tiempo

sobre la unidad de área $q = \frac{Q}{\Delta t \Delta S}$.

5. Si la temperatura de la superficie es mayor que la temperatura del gas, entonces la superficie comunica calor al gas. El flujo de calor comunicado al gas es proporcional a la diferencia de temperatura de las superficies $q = \beta(T - T_0)$, donde β - coeficiente de transmisión térmica. Considere que las partículas que se reflejan de la placa caliente tienen una distribución de velocidad, que corresponde a la temperatura de la superficie.

Determine el coeficiente de transmisión térmica, para el gas que se encuentra en la campana dada.

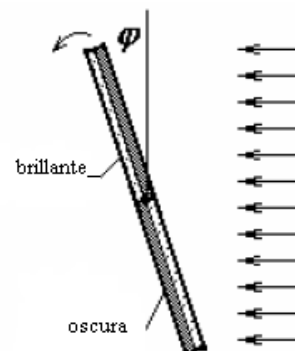
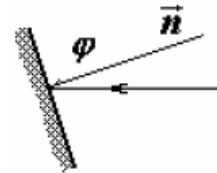
6. Determine la temperatura media de la placa y la diferencia de temperatura entre las láminas brillantes y oscuras.

La densidad de flujo de calor a través de la placa se

determina por la formula $q = \gamma \frac{\Delta T}{h}$, donde ΔT - es la

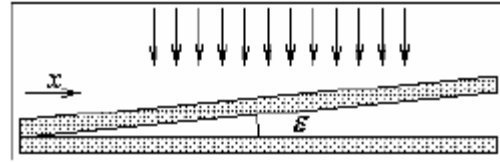
diferencia de temperatura de las dos caras de la placa, γ - coeficiente de transmisión térmica, para el aluminio es $\gamma=205$ W/(m·K).

7. Teniendo en cuenta que la diferencia de temperatura entre los lados de las láminas es ΔT , estime la diferencia de presión del gas entre los lados de la placa. Estime el momento de fuerza para la presión del gas en la veleta.



8. Obtenga la formula final para la estimación de los momentos de fuerza de presión de la luz y el gas. ¿Hasta que presión es necesario vaciar el gas de la campana, para que se observe la presión de la luz?

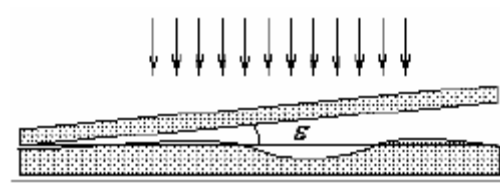
1. Para comprobar la calidad de los polarizadores se utiliza el método de interferencia. Dos placas planas de vidrio ideales, están colocadas formando un pequeño ángulo $\varepsilon=1,5'$ (ángulo en minutos) entre ellas. Son iluminadas por un haz paralelo monocromático de luz, que incide perpendicular a la placa inferior. Después las placas son fotografiadas con la luz reflejada.



Obteniéndose la fotografía 1 en la cual se coloca la escala correspondiente.

a) Determine con estos datos la longitud de onda de la luz incidente.

b) La placa inferior es sustituida por otra que tiene irregularidades. La fotografía tomada en este caso se muestra en la figura 2, (las otras condiciones del experimento se mantienen).



Dibuje el perfil aproximado de la superficie de esta placa en el corte A-A.

Determine los valores de las alturas correspondientes a las concavidades y convexidades para esta superficie.

