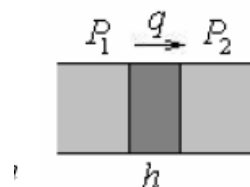


Olimpiada de Física, Belarús, 2003

Grado 10.

1. En este problema se analizará el movimiento de un líquido por una superficie porosa, la caracterización de porosidad $\eta = \frac{V_{por}}{V_0}$, donde V_{por} es el volumen de los poros y V_0 volumen

de la sustancia junto con los poros. La masa del líquido q , que pasa en unidad de tiempo por el área en unidad de área (densidad de flujo de área) a través de la capa del medio de ancho h con una diferencia de presión ΔP entre los lados de la capa, se determina por la ley de Darcy.



$$q = \beta \frac{P_1 - P_2}{h}$$

Donde β es un coeficiente de proporcionalidad, que también depende de las características del líquido que circula.

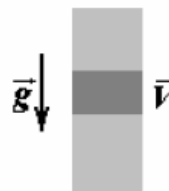
En la solución se puede despreciar los efectos de capilaridad, puede ser útil la siguiente expresión $d(x^2) = 2x \cdot dx$.

Analicemos el movimiento del agua por una superficie de arena corpuscular. La porosidad de la arena η , el coeficiente β por la arena, y la densidad del agua ρ son conocidas.

1) Determine las unidades de medidas de β en el sistema internacional a través de las unidades fundamentales.

2) En una columna muy ancha de arena se encuentra una columna horizontal de agua ¿Cuál será la velocidad de esta columna por la arena?

3) Sobre una superficie horizontal de una capa de arena se vierte una capa de agua de ancho h_0 , la cual comienza a filtrarse por la arena. Determine la dependencia del ancho de la columna de agua sobre la arena en función del tiempo ¿En que tiempo toda el agua pasa a la arena?

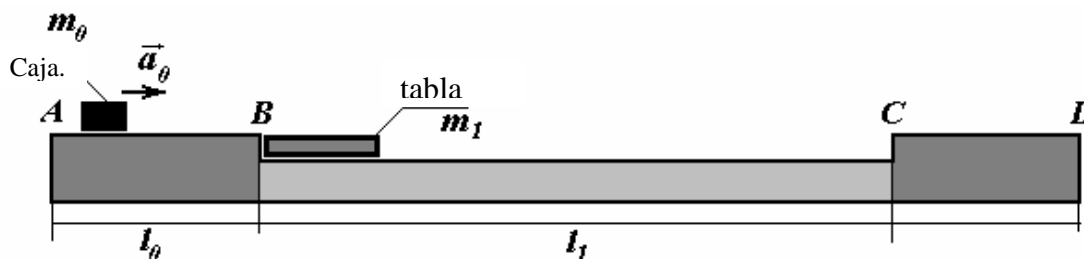


4) En un tubo ancho vertical se encuentra una capa de arena, que se sostiene en el fondo por una talanquera porosa, cuya acción sobre el movimiento del líquido es despreciable. La altura de la capa de arena es h_0 . Por encima de la arena se vierte agua, cuya altura de la capa es h_1 , además $\eta h_1 > h_0$. ¿En que tiempo toda el agua pasa por el tubo?

2. Para atravesar cuerpos (cargas) por un río se construye el siguiente equipamiento.

En las orillas del río se colocaron bases horizontales AB y CD . La longitud de la base AB es $l_0 = 6,0 \text{ m}$, y la longitud de CD es infinita. En la base AB una caja de masa $m_0 = 20 \text{ kg}$ se acelera con aceleración constante de $a_0 = 3,0 \text{ m/s}^2$, y después esta caja cae en una tabla cuya masa es $m_1 = 10 \text{ kg}$ y longitud $L = 3,0 \text{ m}$. la superficie superior de la tabla coincide con el nivel de la orilla y la base. Después la tabla se mueve por la superficie del río con longitud $l_1 = 30 \text{ m}$ y desembarca en la orilla opuesta CD , cuya altura es igual que la de la base AB . Los coeficientes de rozamiento se conocen: caja por la tabla $\mu_0 = 0,30$, tabla por el hielo

$\mu_1=0,020$, caja por la orilla $\mu_2=0,10$. Construya las gráficas siguientes:



a) Velocidad de la caja y la tabla con el tiempo.

b) Coordenada de la caja y la tabla con el tiempo.

El comienzo de la medición del tiempo coincide con el momento que se empieza a acelerar la caja. El origen de las coordenadas se coloca en el punto de salida A.

En este problema se permite (se recomienda) realizar cálculos intermedios y sus resultados utilizarlos en los siguientes. La aceleración de la gravedad se toma como $g = 10 \text{ m/s}^2$.

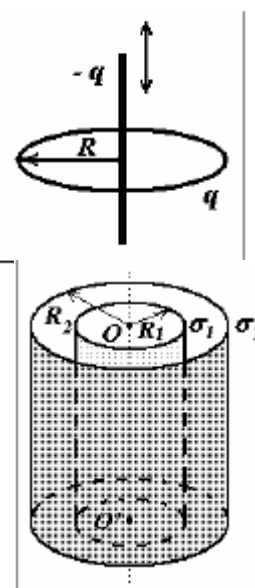
3. Por un anillo fijo de radio R está distribuida homogéneamente una carga q . En la dirección del eje del anillo se puede mover sin rozamiento una barra fina de carga $-q$ y longitud $l=2R$, cuya masa m . Determine el período de las pequeñas oscilaciones de la barra en el campo del anillo.

La fuerza de gravedad es despreciable.

4. Dos cilindros coaxiales (con eje común OO') lo suficientemente largos con radios R_1 y R_2 rotan con velocidades angulares ω_1 y ω_2 . Los cilindros están cargados con densidades superficiales de carga σ_1 y σ_2 respectivamente.

1) Determine la dependencia de $B(r)$ del campo magnético en función de la distancia r hasta el eje del sistema. Construya la gráfica de esta dependencia.

2) Determine el valor de la presión en la superficie de cada uno de los cilindros producto del campo magnético.



Grado 11.

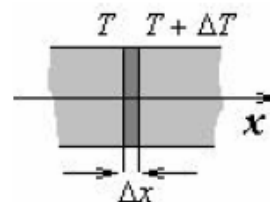
1. En el estudio de la física usted a conocido los procesos de fusión y cristalización, ahora usted estudiará más profundamente las características de estos fenómenos.

Teoría:

1) Supongamos que en una lámina plana paralela una sustancia cuya temperatura depende de la coordenada x . Entonces la densidad de flujo de calor cumple con la ley de Furie.

$$q = -\beta \frac{\Delta T}{\Delta x} \quad (1)$$

Donde q – es la densidad de flujo de calor (cantidad de calor, que pasa por el área en la unidad de área en la unidad de tiempo), ΔT – variación de la temperatura con la variación de la



coordenada en la magnitud Δx , β - coeficiente de proporcionalidad, depende de las características de la capa de sustancia.

2) Con el contacto de dos sustancias, que se encuentran a distintas temperaturas T_1 y T_2 por el área en unidad de área en unidad de tiempo pasa una cantidad de calor determinado aproximadamente por la ecuación (en este problema se considera que siempre se cumple)

$$q = -\gamma(T_1 - T_2) \quad (2)$$

Donde γ - coeficiente de conductividad térmica, que depende de las características de los contactos entre los materiales.

En la solución usted puede necesitar los siguientes datos.

Característica.	Agua.	Hielo.
Densidad.	$\rho_0 = 1,00 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$	$\rho_1 = 0,90 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$
Temperatura de fusión.	-	$t_0 = 0,0^\circ \text{C}$
Calor específico de fusión.	-	$\lambda = 3,3 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$
Calor específico	$c_0 = 4,2 \cdot 10^3 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$	$c_1 = 2,1 \cdot 10^3 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$
Coeficiente de transmisión de calor.	$\beta_0 = 0,63 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$	$\beta_1 = 2,2 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$

Considere el coeficiente de conductividad térmica entre al agua y el hielo y entre al agua y el aluminio iguales y de valor $\gamma = 1,2 \cdot 10^3 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$.

Vamos a considerar, que la densidad del agua depende linealmente con la temperatura.

Condiciones del problema.

1. Supongamos que los lados contrarios de una placa homogénea de ancho h se mantiene a temperaturas constantes T_1 y T_2 . Determine la distribución de la temperatura de la placa $T(x)$ en el régimen estacionario (o sea cuando esta distribución no depende del tiempo).

2. supongamos que la placa descrita en el punto 1, inicialmente se encuentra a la temperatura T_1 . es segundo lado de la placa se pone en contacto térmico con un cuerpo masivo a temperatura T_2 . Estime el tiempo en que se establece la distribución estacionaria de la temperatura en la placa.

Considere, que la temperatura de la segunda superficie de la placa es constante e igual a T_2 .

De una respuesta numérica de este tiempo para una placa de hielo $h = 30 \text{ cm}$, la temperatura de los bordes es menor que la temperatura de fusión del hielo.

3. “Otoño” Supongamos que la temperatura del aire en un lago tranquilo baja hasta $t_1 = -10^\circ \text{C}$ y después permanece constante. Considerando la temperatura del agua constante e igual a $t_0 = 0,0^\circ \text{C}$, determine la dependencia del ancho del hielo que se forma en la superficie del lago con el tiempo. ¿a que será igual el ancho del hielo a la semana de comenzar la congelación?

Considere, que la temperatura de la parte superior del hielo es la temperatura del aire.

4. “primavera” Supongamos que la temperatura del aire en el lago tranquilo sube hasta $t_1 = +10^\circ \text{C}$ y después permanece constante. Considerando la temperatura del agua constante y e igual a $t_0 = 0,0^\circ \text{C}$, determine la dependencia del ancho del hielo con el tiempo, si el ancho inicial de el es $h_0 = 30 \text{ cm}$ ¿En qué tiempo el hielo se derrite?

Considere que la temperatura de la capa superior del agua es la temperatura es la temperatura del aire, y toda el agua que se obtuvo de hielo derretido permanece en la superficie del hielo. El calentamiento del hielo por la radiación solar se desprecia.

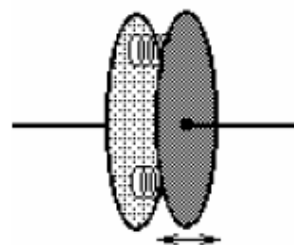
5. En un recipiente vertical cilíndrico de aluminio (casuela) se encuentra hielo a temperatura $t_0 = 0,0^\circ \text{C}$. El ancho de la capa de hielo es $h_0 = 30 \text{ cm}$. La casuela se coloca sobre

una placa masiva, cuya temperatura permanece constante e igual a $t_f=10^0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Determine la dependencia del ancho del hielo en la casuela en función del tiempo ¿En que tiempo todo el hielo se derrite?

Considere que la temperatura del fondo de la casuela es la temperatura de la placa, y toda el agua que se forma por el hielo derretido queda en la casuela. El intercambio térmico entre las paredes laterales de la casuela y la tapa se desprecian.

2.No es un secreto que la realización de una medición eléctrica, constituye un problema complejo.

En el siguiente problema usted tendrá que describir un equipo de medición sencillo, que consiste en placas metálicas circulares, colocadas paralelas unas con otras. Las placas se unen con resortes no conductores. Una de las placas está fija, y la segunda se puede mover permaneciendo paralelas entre si. Como magnitud de medición directa está el desplazamiento x de la placa móvil. El radio de la placa es $r=2,0\text{ cm}$, el desplazamiento máximo de la placa móvil es $\Delta x=\pm 1,0\text{ mm}$, la longitud del resorte en estado no deformado es $d_0=2,0\text{ mm}$, su constante elástica resultante es $k=0,20\text{ N/m}$. el desplazamiento de la placa móvil se mide con la incertidumbre $\delta x \approx 1 \cdot 10^{-2}\text{ mm}$.

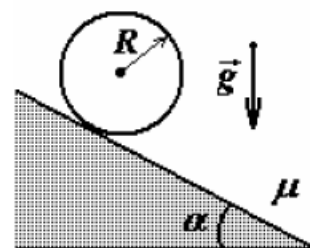


La constante eléctrica es $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12}\text{ F/m}$

En el problema se desprecian los efectos de bordes, o sea el campo entre las placas se puede considerar uniforme.

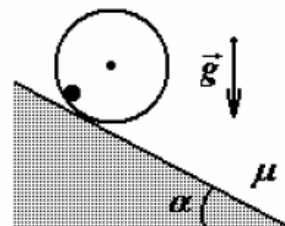
1. “medición de la carga” Las placas se unen con un conductor y se le comunica una carga total q . ¿Qué cargas se pueden medir con este equipo? A que será igual el error relativo de esta medición. Construya la grafica de la dependencia del desplazamiento de la placa móvil en función de la carga que se le comunica al equipo.

2. “medición de la tensión- voltímetro eléctrico” En las placas se comunica una diferencia de potencial constante U . ¿Qué tensiones se pueden medir con el voltímetro descrito? Construya la gráfica de la dependencia del desplazamiento de la placa respecto a la tensión aplicada.



3.Un cilindro de paredes delgadas de radio R y masa m se coloca en el plano inclinado, que forma un ángulo α con el horizonte. El coeficiente de rozamiento del cilindro con el plano inclinado es μ .

a) Determine la dependencia de la aceleración $a(\alpha)$ con el ángulo de inclinación. Analice el caso del movimiento sin deslizamiento y con deslizamiento. Construya las gráficas esquemáticas.



b) Si dentro del cilindro se coloca un pequeño contrapeso de masa m_0 , entonces el cilindro puede permanecer bajo ciertas condiciones en estado de equilibrio en el plano inclinado. Determine estas condiciones. Muestre en que posición puede permanecer en equilibrio el sistema descrito para distintos valores de m_0 .

El rozamiento por rodadura se desprecia