

Олимпиада «Физтех» по физике

10 класс, 2021 год, вариант 2

1. Дальность полёта камня, брошенного под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту, равна $S = 17$ м.

1. Найдите начальную скорость V_0 камня.

Через некоторое время по траектории камня летит модель самолёта массой $m = 1$ кг с постоянной по величине скоростью $V = V_0/4$.

2. В высшей точке траектории найдите вертикальную составляющую силы F , с которой воздух действует на модель самолёта.

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Силу сопротивления воздуха в процессе полёта камня считайте пренебрежимо малой. Точки старта и окончания полёта лежат в одной горизонтальной плоскости.

$$H \sin \alpha = v_0 \sin \alpha \cdot t = (v_0 - b) t = \frac{v_0}{b} \cdot \frac{v_0 \cos \alpha \sin \alpha}{g} = v_0 \frac{v_0 \cos \alpha \sin \alpha}{g b} \approx \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{2 g b} \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{2 g b H}{\sin 2\alpha}} = 0,1 \text{ (I)}$$

2. Маленькая коробочка съезжает по наклонной плоскости, образующей угол $\alpha = 30^\circ$ с горизонтом. Коэффициент трения скольжения коробочки по поверхности на высотах меньших $h = 2$ м равен $\mu_1 = 0,81$, на больших высотах коэффициент трения скольжения равен $\mu_2 = 0,11$. Начальная скорость коробочки нулевая. У основания наклонной плоскости коробочка останавливается.

1. Найдите продолжительность T движения коробочки на участке торможения.

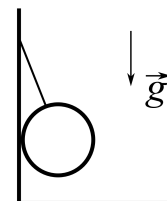
2. С какой высоты H съехала коробочка? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

$$m g h \approx \mu \frac{m g \cos \alpha}{\sin \alpha} h = H (2) \Rightarrow H = \frac{m g h \sin \alpha}{\mu m g \cos \alpha} = \frac{h \sin \alpha}{\mu \cos \alpha} = \frac{h \tan \alpha}{\mu} = 2,1 \text{ (I)}$$

3. Однородный шар радиуса $R = 5$ см подвешен на нерастяжимой нити длиной $l = 15$ см к гладкой вертикальной стенке сосуда (см. рис.). Масса шара $m = 0,8$ кг.

1. С какой по величине N силой шар действует на стенку сосуда?

Сосуд заполняют водой и приводят во вращение вокруг вертикальной оси, проходящей через точку крепления нити к стенке. Угловая скорость вращения $\omega = 10$ рад/с, шар находится полностью в воде вдали от стенок.



2. Какой угол α нить образует с вертикалью?

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

$$0,9 = \frac{v \sin \alpha}{g} = \frac{(v + l) \omega^2}{g} = v \cos \alpha \Rightarrow v = \frac{g \sin \alpha}{\omega^2} \approx \frac{g \sin \alpha}{100} = N \text{ (I)}$$

4. В теплоизолированном цилиндре с гладкими стенками под лёгким поршнем находится вода массой $m = 5,5$ г при температуре $t_0 = 0^\circ\text{C}$. Площадь поршня $S = 500$ см², наружное давление $P_0 = 1,0 \cdot 10^5$ Па. К содержимому цилиндра медленно подводят теплоту, вода начинает кипеть.

1. Какое количество теплоты Q_1 подвели к воде до начала кипения?

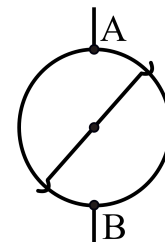
После начала кипения к содержимому цилиндра подвели $Q_2 = 174230$ Дж теплоты.

2. Найдите перемещение H поршня в процессе подведения теплоты.

Удельная теплоёмкость воды $c = 4180$ Дж/(кг·К). Удельная теплота парообразования воды при 100°C $L = 2,26 \cdot 10^6$ Дж/кг. Удельная теплоёмкость водяного пара при постоянном давлении $P_0 = 1,0 \cdot 10^5$ Па равна $c_p = 2200$ Дж/(кг·К). Водяной пар считайте идеальным газом.

$$Q_1 \approx \frac{m c (t_0 - t_0)}{1} + \frac{m L}{1} = H \text{ Дж; } Q_2 \approx (t_0 - t_0) c m = 1 \text{ Дж}$$

5. Кольцо (см. рис.) свёрнуто из куска проволоки сопротивлением $R = 24$ Ом. В точках A и B , лежащих на концах диаметра, на кольцо подано напряжение $U = 6$ В. По кольцу, вращаясь вокруг центра, может скользить диаметральная перемычка, сопротивление которой пренебрежимо мало.



1. Какая мощность P будет рассеиваться на кольце, если перемычка составляет с диаметром AB угол $\alpha = 30^\circ$?

2. Перемычку вращают. В каком отношении $n > 1$ перемычка делит каждое полукольцо при токе через перемычку $I = \frac{2}{3}$ А?

3. Какая мощность P_2 рассеивается на кольце в этом случае?

$$P = \frac{U^2}{R} = 10,8 \text{ Вт; } P_2 = \frac{U^2}{R} = 8 \text{ Вт}$$