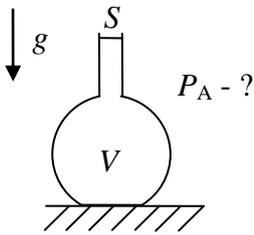


**Заключительный (очный) этап Всесибирской олимпиады
по физике**

Задачи 11 кл. (4 апреля 2010 г.)

Решения и разбалловка



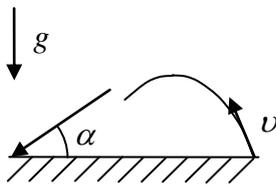
1. Общий объем колбы с газом равен V , её горлышко – цилиндр высоты h и сечения S закрыто невесомым поршнем, расположенным почти у самого верха. Начальное давление в колбе равно атмосферному P_A . В горлышко начинают медленно наливать жидкость плотности ρ . Сначала поршень опускается, затем останавливается и жидкость стекает через края горлышка. Какова при этом масса жидкости в горлышке? При

какой величине давления P_A жидкость сможет «продавить» поршень внутрь колбы? Ускорение силы тяжести g . Температуру считать постоянной. Трением пренебречь.

Решение. Равновесие поршня, опустившегося на расстояние x , устанавливается при условии $P_A \frac{V}{V - Sx} = P_A + \rho gx$, или $x = \frac{V}{S} - \frac{P_A}{\rho g}$. $m = \rho Sx = \rho V - P_A S/g$.

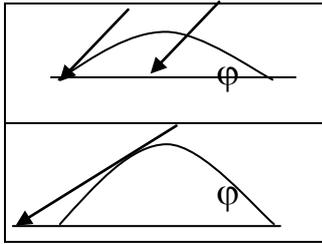
Поршень продавится при $x \geq h$, т.е. $P_A \leq \frac{\rho g V}{S} - \rho gh$.

1. Нахождение давления из уравнения состояния идеального газа при неизменности температуры (3)
2. Нахождение давления по высоте столба (1)
3. Нахождения смещения из условия равновесия (2)
4. Нахождение массы (1)
5. Нахождение критического атмосферного давления (3)



2. Лучи света от солнца падают на горизонтальную поверхность земли под углом α . С земли бросают камень с начальной скоростью v . На каком наибольшем расстоянии от места вылета может оказаться тень от камня? Рассмотрите случаи $\alpha < 45^\circ$ и $\alpha > 45^\circ$. Ускорение свободного падения g .

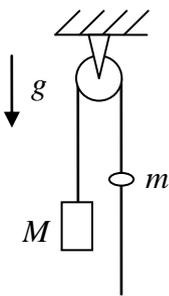
Решение. Пусть камень бросают под углом φ к горизонтали. При $\alpha > \varphi$ тень дальше всего в месте падения на расстоянии $L = 2v^2 \cos\varphi \sin\varphi / g$, это расстояние наибольшее при $\varphi = 45^\circ$ и равно $L_{\max} = v^2/g$.



При $\alpha < \varphi$ тень дальше всего при касании луча траектории камня. Опустим на него из начальной точки перпендикуляр. Если его длина h , то расстояние от начальной точки до тени на земле в этот момент будет $L = h/\sin\alpha$. h это максимальное перемещение камня по направлению нормали к лучам света. Проекция ускорения на это направление $a_{\perp} = g\cos\alpha$, если v_{\perp} проекция начальной скорости на это направление, то $h = v_{\perp}^2/2g\cos\alpha$ для заданной траектории. Наибольшее h будет при $v_{\perp} = v$, то есть при $\varphi = 90^\circ - \alpha$. Тогда $L_{\max} = h_{\max}/\sin\alpha = v^2/2g\sin\alpha\cos\alpha$.

Поскольку $\alpha < \varphi = 90^\circ - \alpha$, то это решение отвечает $\alpha < 45^\circ$. В противном случае $L_{\max} = v^2/g$.

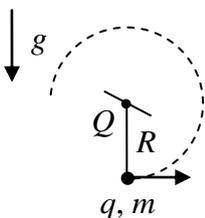
1. Выделение случаев, когда тень дальше всего в месте падения и когда на касательной к траектории. (2)
2. Рассмотрение перемещения по перпендикуляру к направлению лучей и нахождение h через проекции ускорения и скорости. (3)
3. Определение критического угла (2)
4. Определение наибольшего L в обоих случаях. (3)



3. К концу длинной невесомой нити, перекинутой через невесомый блок без трения, привязан груз массы M . С другой стороны нить пропущена через отверстие в шайбе массы m . Сила трения, действующая со стороны нити на шайбу, пропорциональна их относительной скорости. Груз и шайбу отпустили. Найдите установившиеся ускорения груза и шайбы. Ускорение свободного падения g .

Решение.

1. Установившиеся ускорения отвечают неизменности скорости. (1)
2. Вывод, что тогда ускорения груза и шайбы одинаковы, а натяжение нити равно силе трения. (3)
3. Применение 2-го закона Ньютона : $Ma = Mg - T$; $ma = T - mg$; (4)
4. Получение ответа $a = (M - m)g/(M + m)$ (2)

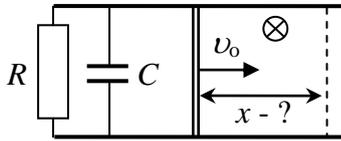


4. На нити длины R висит маленький шарик массы m с зарядом q . В точке подвеса нити закреплён заряд Q того же знака. Какую наименьшую скорость нужно сообщить шарiku в нижней точке, чтобы он описал окружность в вертикальной плоскости? При каком условии значение этой скорости не зависит от массы m ? Ускорение свободного падения g .

Решение.

1. Критическая точка – верхняя. Применим в ней 2-й закон Ньютона: $mv^2/R = T + mg - kqQ/R^2$ (2)
2. Поскольку $T \geq 0$ наименьшее $v = 0$ при $kqQ/R^2 \geq mg$ и отвечает равенству $mv^2/R = mg - kqQ/R^2$ иначе. (3)

3. Из сохранения энергии для скорости в нижней точке $v_o^2 = v^2 + 4gR$ (2)
4. Тогда $v_o^2 = 4gR$ при $kqQ/R^2 \geq mg$ и $v_o^2 = 5gR - kqQ/mR$ (2)
5. Ответ не зависит от m в первом случае (1)



5. Резистор сопротивления R и конденсатор ёмкости C подсоединены к двум хорошо проводящим рельсам. Они замкнуты переключателем с пренебрежимо малыми сопротивлением и массой. Система находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости рисунка.

Переключатель разгоняют до скорости v_0 и отпускают. Какое расстояние x она пройдёт после этого? Трения нет.

Решение.

1. Используя закон Фарадея, имеем в произвольный момент $IR = vBL$; (B вектор магнитной индукции L длина переключателя) (2)
2. Так как $I = dQ/dt$ и $v = dx/dt$ отсюда находим связь начального заряда и перемещения $Q_0R = xBL$; (3)
3. По начальной эдс находим начальный заряд $Q_0 = Cv_0BL$ (3)
4. После подстановки и сокращения искомое $x = v_0RC$. (2)

ПРИМЕЧАНИЯ

Все задачи оцениваются из 10 баллов. Решения у учащихся могут быть иными и с иными этапами. Тогда нужно провести подгонку разбалловки с учётом ключевых моментов.