

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2021

Класс 10

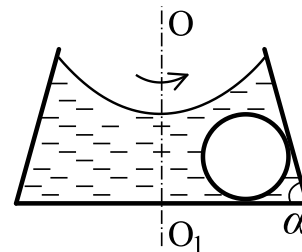
Вариант 10-01

Часть I

1. Мальчик бросает вертикально вверх мяч. В момент, когда мяч достиг максимальной высоты, мальчик бросает вертикально вверх второй мяч, с того же места и с той же скоростью, что и первый. В результате мячи столкнулись на высоте H от места броска. Сопротивление воздуха не учитывать.

- 1) Найти время полета второго мяча до столкновения.
- 2) Найти начальную скорость мячей.
- 3) Какой путь прошел первый мяч до столкновения?

2. Конический сосуд с водой и шаром, лежащим на дне сосуда, вращаются вокруг вертикальной оси OO_1 с угловой скоростью ω (см. рис.). Плотность воды ρ , плотность шара 3ρ . Радиус шара R , центр шара находится на расстоянии $2R$ от оси вращения. Угол между горизонтальным дном и боковой стенкой сосуда α ($\operatorname{tg}\alpha = 2$). Внутренняя поверхность сосуда гладкая.



- 1) С какой силой N_1 шар давил бы на дно, если бы сосуд не вращался?
- 2) Найти силу N_2 давления шара на дно при вращении сосуда.

3. Водяной пар массой 3 г изотермически сжимают при температуре 81°C . Объем пара уменьшился в 3,5 раза, а давление возросло в 1,8 раза. Давление насыщенного водяного пара при 81°C равно $0,5 \cdot 10^5$ Па. Пар считать идеальным газом. Молярная масса пара $\mu = 18$ г/моль. Универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К).

- 1) Найти начальное давление пара.
- 2) Найти конечный объем пара.

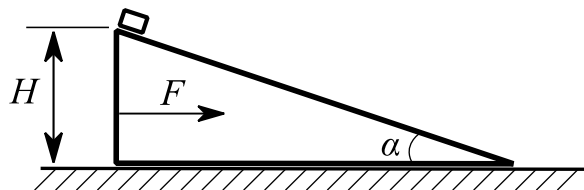
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2021

Класс 10

Вариант 10-01

Часть II

4. На гладкой горизонтальной поверхности стола находится клин. Гладкая поверхность клина составляет угол α ($\cos \alpha = 4/5$) с горизонтом (см. рис.). На вершине клина на высоте H удерживают небольшую по размерам шайбу массой m . Масса клина $3m$.



1) За какое время шайба съедет с клина, если клин удерживать, а шайбу отпустить?

На покоившийся вначале клин стали действовать с постоянной горизонтальной силой $F = 2mg$, а шайбу отпустили. В результате клин стал двигаться поступательно по столу, а шайба вниз по клину.

2) Найти ускорение клина.

3) Через какое время шайба достигнет стола?

Направления всех движений в одной вертикальной плоскости.

5. У идеального одноатомного газа в некотором процессе давление увеличилось на 2%, а объем уменьшился на 1%. В этом процессе относительные изменения давления, объема и температуры считать намного меньше единицы.

1) Как и на сколько процентов изменилась температура газа?

2) Найти в этом процессе отношение полученной газом теплоты к работе газа.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2021

Класс 10

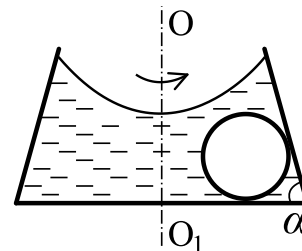
Вариант 10-02

Часть I

1. Мальчик бросает вертикально вверх мяч со скоростью V_0 . В момент, когда мяч достиг максимальной высоты, мальчик бросает вертикально вверх второй мяч, с того же места и с той же скоростью, что и первый. В результате мячи столкнулись на некоторой высоте от места броска. Сопротивление воздуха не учитывать.

- 1) Найти время полета первого мяча до столкновения.
- 2) Найти отношение времени полета первого мяча к времени полета второго мяча до столкновения.
- 3) На какой высоте от места броска столкнулись мячи?

2. Конический сосуд с водой и шаром, лежащим на дне сосуда, вращаются вокруг вертикальной оси OO_1 с угловой скоростью ω (см. рис.). Плотность воды ρ , плотность шара 6ρ . Радиус шара R , центр шара находится на расстоянии $1,5R$ от оси вращения. Угол между горизонтальным дном и боковой стенкой сосуда α ($\operatorname{tg}\alpha = 3/2$). Внутренняя поверхность сосуда гладкая.



- 1) С какой силой N_1 шар давил бы на дно, если бы сосуд не вращался?
- 2) Найти силу N_2 давления шара на дно при вращении сосуда.

3. Водяной пар изотермически сжимают при температуре 81°C . Объем пара уменьшился в 7 раз и стал 1,7 л, а давление возросло в 3,6 раза. Давление насыщенного водяного пара при 81°C равно $0,5 \cdot 10^5$ Па. Пар считать идеальным газом. Молярная масса пара $\mu = 18$ г/моль. Универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К).

- 1) Найти начальное давление пара.
- 2) Найти начальную массу пара.

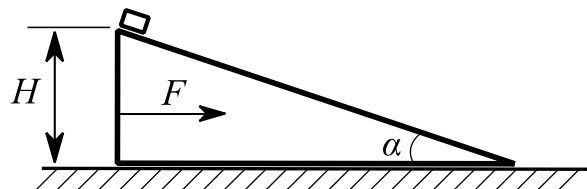
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2021

Класс 10

Вариант 10-02

Часть II

4. На гладкой горизонтальной поверхности стола находится клин. Гладкая поверхность клина составляет угол α ($\cos \alpha = 3/5$) с горизонтом (см. рис.). На вершине клина на высоте H удерживают небольшой по размерам брусок массой m . Масса клина $2m$.



1) За какое время брусок съедет с клина, если клин удерживать, а брусок отпустить?

На покоившийся вначале клин стали действовать с постоянной горизонтальной силой $F = mg$, а брусок отпустили. В результате клин стал двигаться поступательно по столу, а брусок вниз по клину.

2) Найти ускорение клина.

3) Через какое время брусок достигнет стола?

Направления всех движений в одной вертикальной плоскости.

5. У идеального одноатомного газа в некотором процессе давление уменьшилось на 1%, а объем увеличился на 2%. В этом процессе относительные изменения давления, объема и температуры считать намного меньше единицы.

1) Как и на сколько процентов изменилась температура газа?

2) Найти в этом процессе отношение полученной газом теплоты к изменению внутренней энергии газа.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2021

Класс 10

Вариант 10-03

Часть I

1. Дальность полета 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 самолета 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 самолета.

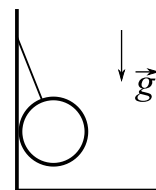
Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. Силу сопротивления воздуха в процессе полёта камня считайте пренебрежимо малой. Точки старта и окончания полета лежат в одной горизонтальной плоскости.

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 $g = 10 \text{ м/с}^2$.

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 $g = 10 \text{ м/с}^2$.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2021

Класс 10

Вариант 10-03

Часть II

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

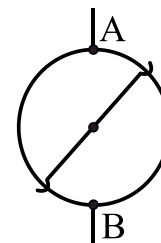
1) Какое количество теплоты Q_1 подвели к воде до начала кипения?

После начала кипения к содержимому цилиндра подвели $Q_2 = 17430$ Дж теплоты.

2) Найдите перемещение H поршня в процессе подведения теплоты.

Удельная теплоемкость воды $c = 4180$ Дж/(кг·К). Удельная теплота парообразования воды при 100 °С $r = 2,26 \cdot 10^6$ Дж/кг. Удельная теплоемкость 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.

5. Кольцо (см. рис.) свернуто из куска проволоки сопротивлением $R = 24$ Ом. В точках А и В, 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 АВ 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?

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2021

Класс 10

Вариант 10-04

Часть I

1. Максимальная высота полета камня, брошенного под углом $\alpha = 45^\circ$ к горизонту, $H = 10$ м.

1) Найдите начальную скорость V_0 камня.

Через некоторое время по траектории камня летит с постоянной по величине скоростью модель самолета. В высшей точке траектории равнодействующая сил, приложенных к модели самолета, в два раза меньше силы тяжести.

2) Найдите величину V скорости модели самолета.

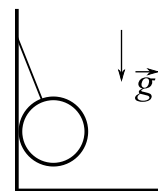
Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. Силу сопротивления воздуха в процессе полёта камня считайте пренебрежимо малой.

2. Маленькая коробочка съезжает по наклонной плоскости, образующей угол α с горизонтом, такой, что $\cos \alpha = \frac{24}{25}$. Коэффициент трения скольжения коробочки по поверхности на высотах меньших $h = 1,4$ м равен $\mu_1 = 0,5$, на больших высотах коэффициент трения скольжения равен $\mu_2 = 0,06$. Начальная скорость коробочки нулевая. У основания наклонной плоскости коробочка останавливается.

1) Найдите наибольшую скорость V_{MAX} коробочки в процессе движения.

2) Найдите путь S , пройденный коробочкой от старта до остановки. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

3. Однородный шар радиуса $R = 8$ см подвешен на нерастяжимой нити длины $l = 8$ см к гладкой вертикальной стенке сосуда (см. рис.). Масса шара $m = 5,2$ кг.



1) Найдите величину F силы натяжения нити.

Сосуд заполняют водой и приводят во вращение вокруг вертикальной оси, проходящей через точку крепления нити к стенке. При некоторой угловой скорости вращения шар находится полностью в воде вдали от стенок, а нить образует с вертикалью угол $\alpha = 60^\circ$.

2) С каким периодом T вращается сосуд в этом случае?

Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2021

Класс 10

Вариант 10-04

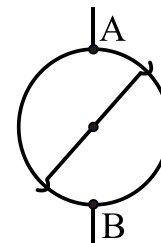
Часть II

4. В теплоизолированном цилиндре с гладкими стенками под легким поршнем находится вода массой $m = 10$ г при температуре $t_0 = 20$ °С. Наружное давление $P_0 = 1,0 \cdot 10^5$ Па. К содержимому цилиндра медленно подводят $Q = 33$ кДж теплоты.

- 1) Какое количество теплоты Q_1 подвели к воде до начала испарения?
- 2) Найдите объем V системы в конечном состоянии.

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

5. Кольцо (см. рис.) свернуто из куска проволоки сопротивлением $R = 72$ Ом. В точках А и В, лежащих на концах диаметра, на кольцо подано напряжение $U = 24$ 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 АВ угол $\alpha = 90$ °?
- 2) На какой угол β следует повернуть перемычку (из прежнего положения), чтобы сила тока в перемычке была равна $I = 0,5$ А?
- 3) Какую мощность P_2 развивает источник в этом случае?