



§ 42.

Закон сохранения механической энергии

Кинетическая и потенциальная энергии — это два вида механической энергии. Связаны ли они друг с другом? И если да, то в чем выражается эта связь?

Проследим за движением брошенного вверх металлического шарика (рис. 243). В нижней точке траектории сила действия руки на шарик сообщает ему кинетическую энергию. Шарик движется вверх. Скорость его движения, а значит, и кинетическая энергия уменьшаются. Но исчезает ли кинетическая энергия бесследно? Поднимаясь выше, шарик приобретает все большую потенциальную энергию (вспомните: $\Pi = gmh$). В верхней точке скорость и кинетическая энергия шарика равны нулю, а потенциальная — максимальна. Значит, в рассмотренном примере происходит превращение энергии из одного вида (кинетической) в другой (потенциальную). При возвращении шарика обратно снова будет идти превращение энергии: с уменьшением высоты (и потенциальной энергии) увеличивается скорость движения шарика (и кинетическая энергия).

Если сопротивление воздуха мало (им можно пренебречь), брошенный вверх шарик возвращается назад практически с такой же, как в момент бросания, скоростью и кинетической энергией.

А каким будет значение механической энергии шарика в промежуточных точках? Например, на высоте h_1 (рис. 243). При подъеме шарика на высоту h_1 его кинетическая энергия уменьшилась, но при этом появилась потенциальная энергия. А чему равна их сумма, т. е. полная механическая энергия? Данный и подобные опыты и расчеты показывают, что если сил сопротивления нет, то **полная механическая энергия тела (системы тел), равная сумме кинетической и потенциаль-**

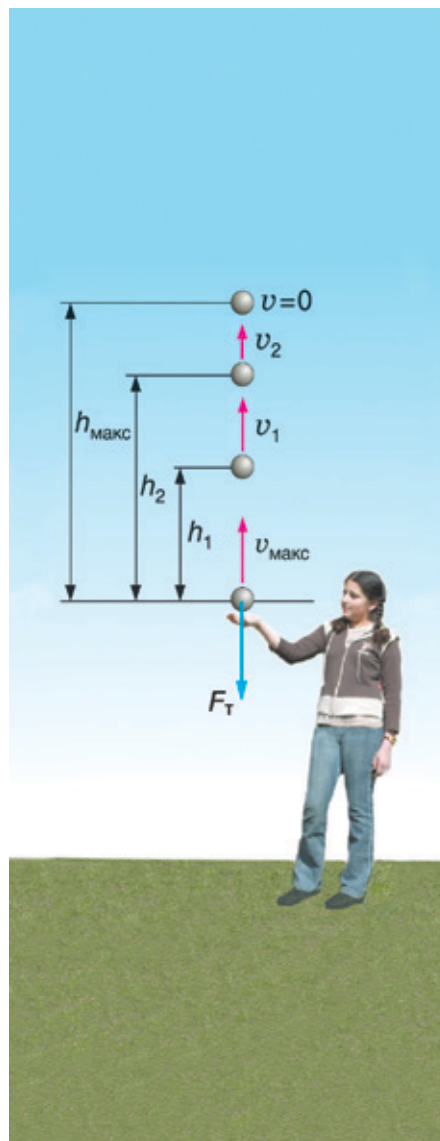


Рис. 243



Рис. 244



Рис. 245



Рис. 246

ной энергий ($E = K + \Pi$), сохраняется. Данное утверждение о постоянстве механической энергии в физике называют **законом сохранения механической энергии**.

Если силами трения или сопротивления движению нельзя пренебречь, этот закон не выполняется. Заменим в опыте металлический шарик на пенопластовый брусок такой же массы (рис. 244). Мы увидим, что даже при большей, чем у металлического шарика, начальной скорости он не поднимется на такую же высоту и вернется назад с заметно меньшей скоростью. Убывает кинетическая энергия движущейся по горизонтальной поверхности льда шайбы, но потенциальная энергия взамен не появляется. За счет кинетической энергии шайбы совершается работа против сил трения.

В заключение заметим, что явление превращения энергии из одного вида в другой человек научился использовать в практических целях. Энергия падающей воды приводит в действие водяные мельницы и гидроэлектростанции. В Республике Беларусь успешно реализуется государственная программа использования энергии рек. Важная роль в ней отводится таким рекам, как Неман и Западная Двина. На Немане работает Гродненская ГЭС мощностью 17 МВт. Установленная мощность Витебской ГЭС на Западной Двине — 40 МВт.

Кинетическую энергию ветра человек начал использовать с давних времен. Вначале для передвижения с помощью паруса (рис. 245), затем в ветряных мельницах. В последние годы в нашей стране начато сооружение ветроэлектростанций (рис. 246). Их преимущество заключается в том, что они почти не оказывают вредного воздействия на окружающую среду.

Во многих странах успешно используют энергию приливов и отливов вод морей и океанов. Там созданы приливные электростанции.

■ Главные выводы

1. Кинетическая и потенциальная энергии взаимопревращаемы.
2. При отсутствии сил трения и сопротивления движению полная механическая энергия тела (системы тел) сохраняется.
3. Закон сохранения механической энергии не выполняется, если силами трения (сопротивления) нельзя пренебречь.

? Контрольные вопросы

1. Правильнее говорить о потенциальной энергии поднятого тела или о потенциальной энергии системы «тело — Земля»?
2. В чем суть закона сохранения механической энергии?
3. Почему в опыте, отраженном на рисунке 243, мы использовали металлический шарик? Какой плотности металл здесь предпочтительнее? Почему?

✎ Пример решения задачи

Камень бросили вертикально вверх со скоростью $v = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. На какой высоте от точки бросания кинетическая энергия камня будет в 4 раза меньше его потенциальной энергии? Сопротивлением движению камня пренебречь. Коэффициент g примите равным $10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$.

Дано:

$$v = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$K_2 = \frac{1}{4} \Pi_2 = 0,25 \Pi_2$$

$$g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

$h_2 = ?$

Решение

За нулевой уровень потенциальной энергии примем уровень $O - O$, проходящий через точку бросания камня (рис. 247). Значит, $\Pi_1 = 0$.

Полная механическая энергия камня в точке бросания 1:

$$E_1 = K_1 + \Pi_1 = K_1.$$

Полная механическая энергия камня в точке 2:

$$E_2 = \Pi_2 + K_2 = E_1, \text{ или } K_1 = \Pi_2 + K_2; K_1 = \frac{mv^2}{2}.$$

По условию $K_2 = 0,25\Pi_2$. Значит,

$$\frac{mv^2}{2} = 1,25\Pi_2 = 1,25gmh_2; v^2 = 2,5gh_2;$$

$$h_2 = \frac{v^2}{2,5g}; h_2 = \frac{400 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{2,5 \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}} = 16 \text{ м.}$$

Ответ: $h_2 = 16 \text{ м.}$

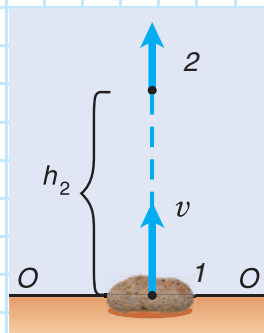


Рис. 247

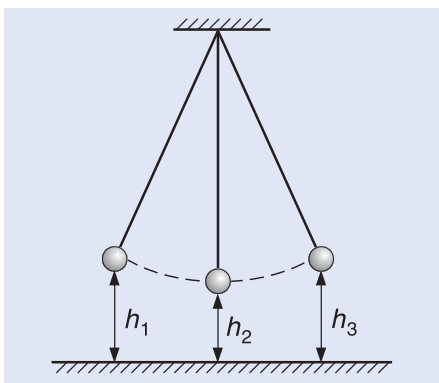


Рис. 248

Упражнение 22

1. Опишите превращение энергии при качании подвешенного на нити шарика (рис. 248).

2. Сохраняется ли полная механическая энергия при:

- а) падении мяча с небольшой высоты;
- б) падении мяча с большой высоты;
- в) спуске парашютиста с раскрытым парашютом?

3. Какой максимальной высоты может достичь камень массой $m = 0,20$ кг, брошенный вертикально вверх со скоростью $v = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$? Сопротивлением воздуха пренебречь. Коэффициент g в данной и последующих задачах примите равным $10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$.

4. С балкона дома с высоты $h = 10$ м упал резиновый коврик массой $m = 0,50$ кг. Скорость его движения у поверхности земли была $v = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Сохранялась ли механическая энергия? Почему? Решите эту задачу, не используя всех данных.

5. Яблоко массой $m = 0,30$ кг брошено вертикально вверх со скоростью $v = 8,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Вычислите его кинетическую, потенциальную и полную энергии на высоте $h = 1,0$ м. Сопротивлением воздуха пренебречь.

6. Камень, брошенный вертикально вверх, достиг высоты $h_1 = 20$ м. На какую высоту он поднимется при сообщении ему в 2 раза большей начальной скорости? Сопротивлением воздуха пренебречь.



7. Шарик бросили с поверхности земли вертикально вверх со скоростью $v = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. На какой высоте от поверхности земли скорость шарика уменьшится в 2 раза? Сопротивлением воздуха пренебречь.



Темы проектных заданий

1. Пути повышения КПД механизма.
2. Возможен ли вечный двигатель?
3. Ветер на службе у человека.
4. Качели и закон сохранения механической энергии.

6



Лабораторный эксперимент



«Один опыт я ставлю выше,
чем тысячу мнений,
рожденных только воображением».

М. В. Ломоносов



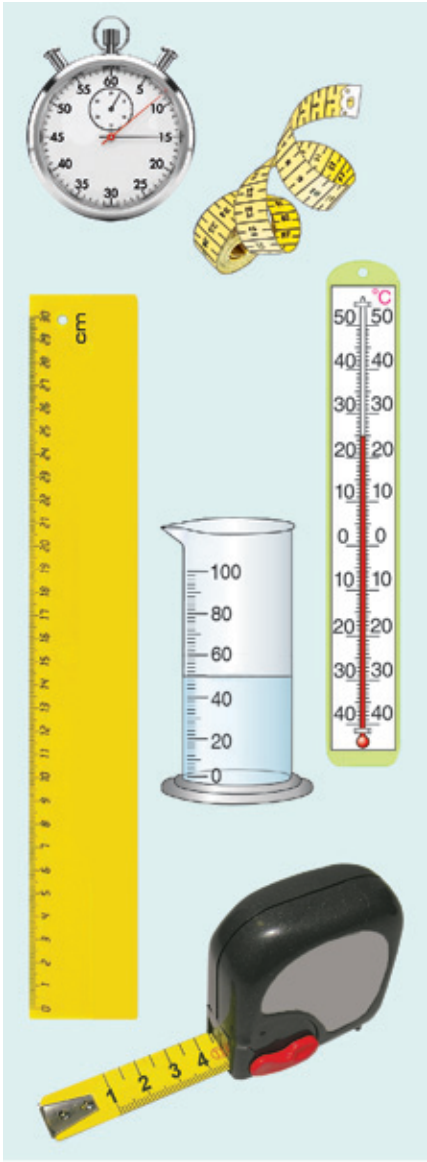


Рис. 249

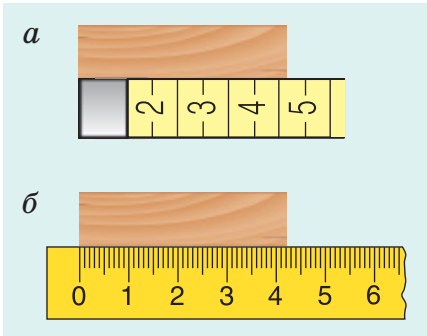


Рис. 250



Лабораторная работа № 1

Определение цены деления шкалы измерительного прибора

Цель: научиться определять цену деления шкалы измерительного прибора и оценивать погрешность измерения данным прибором.

Оборудование: линейка, рулетка, мерная лента, мензурка, термометр бытовой, секундомер (рис. 249).

Проверьте себя

- 1. Что такое цена деления шкалы прибора и как ее определить?
- 2. Что такое верхний и нижний пределы значений шкалы измерительного прибора?
- 3. Чем определяется погрешность измерения данным прибором?

Ход работы

- 1. Определите и занесите в таблицу цену деления шкал представленных на рисунке 249 приборов.
- 2. Определите и занесите в таблицу значения верхнего и нижнего пределов измерения, а также цену деления шкал приборов, представленных на рисунке 249.

Измерительный прибор	Верхний предел	Нижний предел	Цена деления
Линейка			
Рулетка			
Мерная лента			
Мензурка			
Термометр бытовой			
Секундомер			

Контрольные вопросы

- 1. Как связана погрешность измерения с ценой деления шкалы прибора?

2. С одинаковой ли погрешностью будет измерена длина бруска мерной лентой (рис. 250, а) и линейкой (рис. 250, б)? Почему?

3. Каким термометром (рис. 251) можно измерить температуру кипящей воды? Температуру в морозильной камере? Почему?

4. От чего зависит минимальное и максимальное значение величины, которую можно измерить прибором?

Выводы

Суперзадание

Объясните, для чего в шкалах высокоточных стрелочных приборов (рис. 252) используют зеркальную полосу.

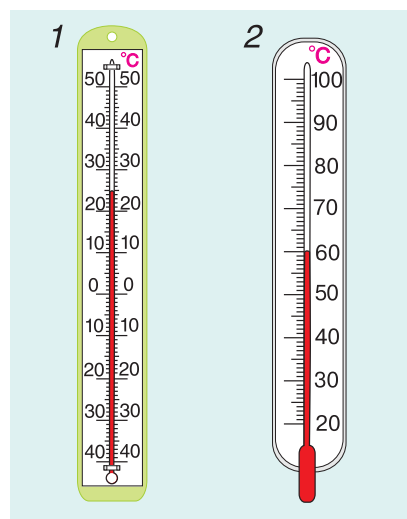


Рис. 251



Лабораторная работа № 2

Измерение длины

Цель: научиться измерять размеры тел.

Оборудование: мерная лента, линейка, тонкая проволока.

Проверьте себя

1. Какова цена деления шкалы линейки и мерной ленты?

2. Каким прибором можно измерить длину с меньшей погрешностью?

Ход работы

1. Оцените «на глаз» длину столешницы учебного стола. Значение длины занесите в таблицу.

2. При помощи линейки измерьте наибольшее расстояние (пядь) между кончиками расставленных пальцев вашей руки — указательного и большого (рис. 253). В таблице на странице 160 после слова «пядь» в скобках укажите значение вашей пяди.



Рис. 252



Рис. 253