

Чем отличается вес от силы тяжести? (10 класс)

**Анжелика Васильевна
Кошкина**

По материалам УМК

Л. Э. Генденштейна, А. А. Булатовой,
И. Н. Корнильева, А. В. Кошкиной



ИЗДАТЕЛЬСТВО

БИНОМ

7

Л. Э. Генденштейн
А. А. Булатова
И. Н. Корнильев
А. В. Кошкина

Ф И З И К А

①



7

Л. Э. Генденштейн
А. А. Булатова
И. Н. Корнильев
А. В. Кошкина

Ф И З И К А

②



8

Л. Э. Генденштейн
А. А. Булатова
И. Н. Корнильев
А. В. Кошкина

Ф И З И К А

①



8

Л. Э. Генденштейн
А. А. Булатова
И. Н. Корнильев
А. В. Кошкина

Ф И З И К А

②



9

Л. Э. Генденштейн
А. А. Булатова
И. Н. Корнильев
А. В. Кошкина

Ф И З И К А

①



9

Л. Э. Генденштейн
А. А. Булатова
И. Н. Корнильев
А. В. Кошкина

Ф И З И К А

②



УМК «Физика» 7–9 классы,
10–11 классы (базовый и углублённый уровни)
Л. Э. Генденштейн, А. А. Булатова,
И. Н. Корнильев, А. В. Кошкина
Издательство «БИНОМ. Лаборатория знаний»

10

Л. Э. Генденштейн
А. А. Булатова
И. Н. Корнильев
А. В. Кошкина

Ф И З И К А

①

БАЗОВЫЙ И УГЛУБЛЕННЫЙ УРОВНИ



10

Л. Э. Генденштейн
А. А. Булатова
И. Н. Корнильев
А. В. Кошкина

Ф И З И К А

②

БАЗОВЫЙ И УГЛУБЛЕННЫЙ УРОВНИ



11

Л. Э. Генденштейн
А. А. Булатова
И. Н. Корнильев
А. В. Кошкина

Ф И З И К А

①

БАЗОВЫЙ И УГЛУБЛЕННЫЙ УРОВНИ



11

Л. Э. Генденштейн
А. А. Булатова
И. Н. Корнильев
А. В. Кошкина

Ф И З И К А

②

БАЗОВЫЙ И УГЛУБЛЕННЫЙ УРОВНИ



10

Л. Э. Генденштейн
А. А. Булатова
И. Н. Корнильев
А. В. Кошкина

Ф И З И К А

БАЗОВЫЙ УРОВЕНЬ



11

Л. Э. Генденштейн
А. А. Булатова
И. Н. Корнильев
А. В. Кошкина

Ф И З И К А

БАЗОВЫЙ УРОВЕНЬ



Силу, с которой тело вследствие притяжения к Земле давит на горизонтальную опору или растягивает вертикальный подвес, называют *весом* тела.

Силу, с которой тело вследствие притяжения к Земле давит на горизонтальную опору или растягивает вертикальный подвес, называют *весом* тела.

На что действует?



На что действует?

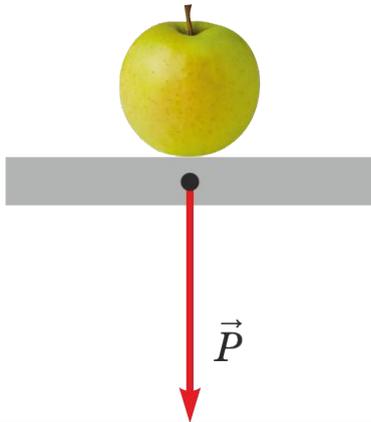


**Какая сила
(обозначение)**

Почему появляется

Силу, с которой тело вследствие притяжения к Земле давит на горизонтальную опору или растягивает вертикальный подвес, называют *весом* тела.

Давит на горизонтальную
опору



Растягивает вертикальный
подвес



P

притяжение к Земле

Силу, с которой тело вследствие притяжения к Земле давит на горизонтальную опору или растягивает вертикальный подвес, называют *весом* тела.

°8. Докажите, что вес покоящегося тела равен действующей на это тело силе тяжести:

$$\vec{P} = m\vec{g}.$$

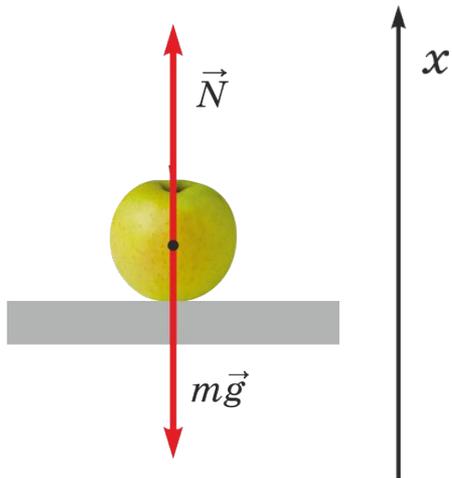


Силу, с которой тело вследствие притяжения к Земле давит на горизонтальную опору или растягивает вертикальный подвес, называют *весом* тела.

°8. Докажите, что вес покоящегося тела равен действующей на это тело силе тяжести:



$$\vec{P} = m\vec{g}.$$



$$\dot{N} + m\dot{g} = 0$$

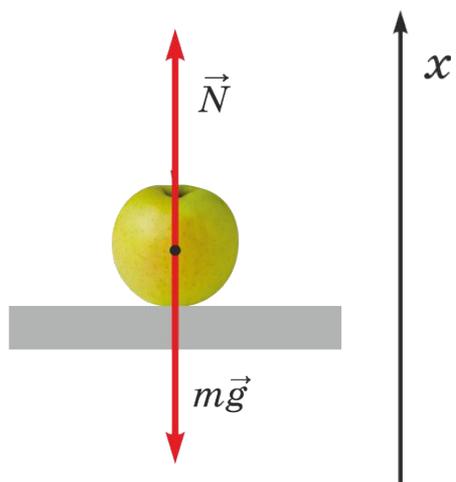
$$\dot{N} = -m\dot{g}$$

Силу, с которой тело вследствие притяжения к Земле давит на горизонтальную опору или растягивает вертикальный подвес, называют *весом* тела.

°8. Докажите, что вес покоящегося тела равен действующей на это тело силе тяжести:



$$\vec{P} = m\vec{g}.$$



$$\dot{N} + m\dot{g} = 0$$

$$\dot{N} = -m\dot{g}$$

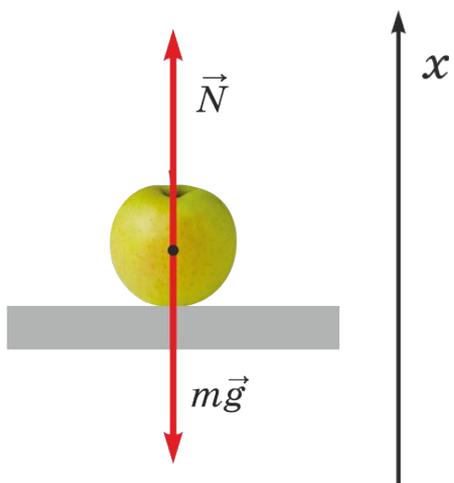
$$\dot{P} = -\dot{N} \quad (\text{III закон Ньютона})$$

Силу, с которой тело вследствие притяжения к Земле давит на горизонтальную опору или растягивает вертикальный подвес, называют *весом* тела.

8. Докажите, что вес покоящегося тела равен действующей на это тело силе тяжести:



$$\vec{P} = m\vec{g}.$$

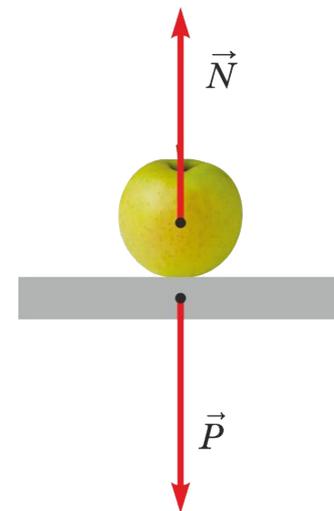


$$\dot{N} + m\dot{g} = 0$$

$$\dot{N} = -m\dot{g}$$

$$\dot{P} = -\dot{N} \quad (\text{III закон Ньютона})$$

$$\dot{P} = m\dot{g}$$

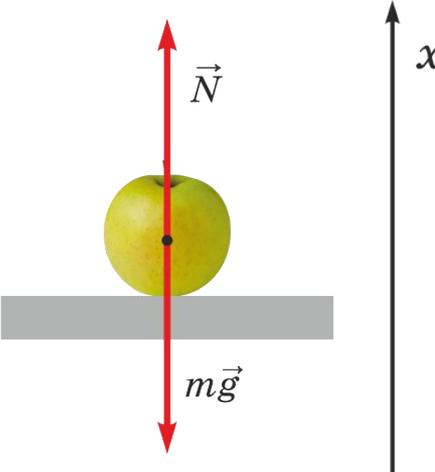


Силу, с которой тело вследствие притяжения к Земле давит на горизонтальную опору или растягивает вертикальный подвес, называют *весом* тела.

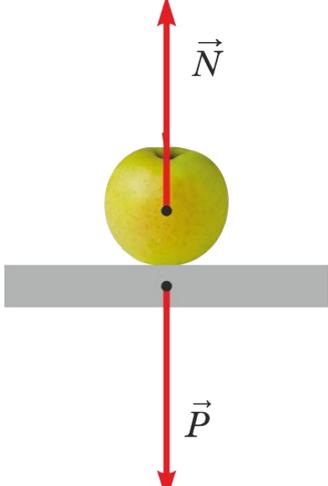
8. Докажите, что вес покоящегося тела равен действующей на это тело силе тяжести:



$$\vec{P} = m\vec{g}.$$



$$\begin{aligned} \dot{N} + m\dot{g} &= 0 \\ \dot{N} &= -m\dot{g} \\ \dot{P} &= -\dot{N} \quad (\text{III закон Ньютона}) \end{aligned}$$

$$\left. \begin{aligned} \dot{N} &= -m\dot{g} \\ \dot{P} &= -\dot{N} \end{aligned} \right\} \dot{P} = m\dot{g}$$


Ответ: 8. Поскольку тело покоится, $\vec{N} + m\vec{g} = 0$, откуда $\vec{N} = -m\vec{g}$, а из третьего закона Ньютона следует, что $\vec{P} = -\vec{N}$. Из двух последних уравнений получаем: $\vec{P} = m\vec{g}$.

Перегрузка
Невесомость



Всегда ли вес
равен силе
тяжести?

✓ Постановка цели урока на основе проблемного вопроса

Целеполагание

Перегрузка
Невесомость



Всегда ли вес
равен силе
тяжести?

Постановка цели и задач урока

Цель: Найти отличия веса от силы тяжести.

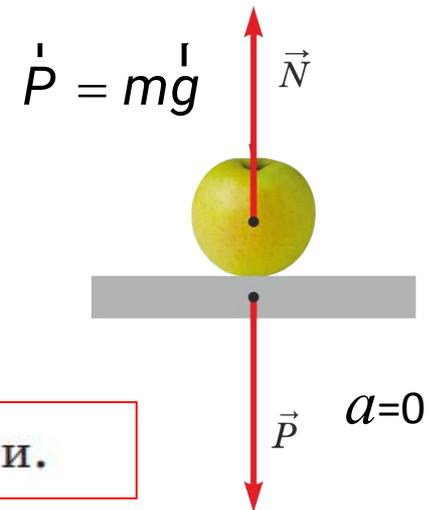
Задачи:

- ✓ Сравнить вес и силу тяжести;
- ✓ Исследовать как зависит вес от ускорения.

Силу, с которой тело вследствие притяжения к Земле давит на горизонтальную опору или растягивает вертикальный подвес, называют *весом* тела.

°8. Докажите, что вес покоящегося тела равен действующей на это тело силе тяжести:

$$\vec{P} = m\vec{g}.$$



°9. Найдите два отличия веса от силы тяжести.

°9. Найдите два отличия веса от силы тяжести.

Сила нормальной реакции и вес являются по своей физической природе *силами упругости*, хотя мы не замечаем ни деформации яблока, ни деформации стола, связанных с этими силами. Незаметной будет и деформация нити, если повесить к ней яблоко (рис. 8.6, *а*), но если повесить это же яблоко к мягкой пружине, то её деформация станет хорошо заметной (рис. 8.6, *б*). А ведь силы упругости, действующие на подвешенное яблоко со стороны нити и со стороны пружины, одинаковы!

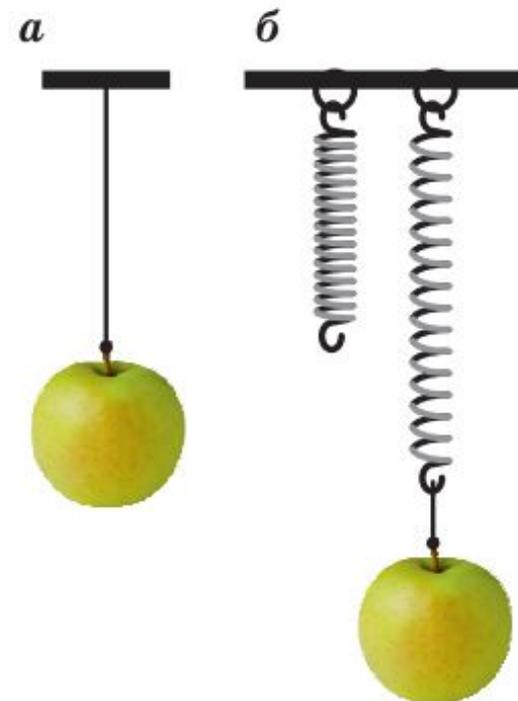
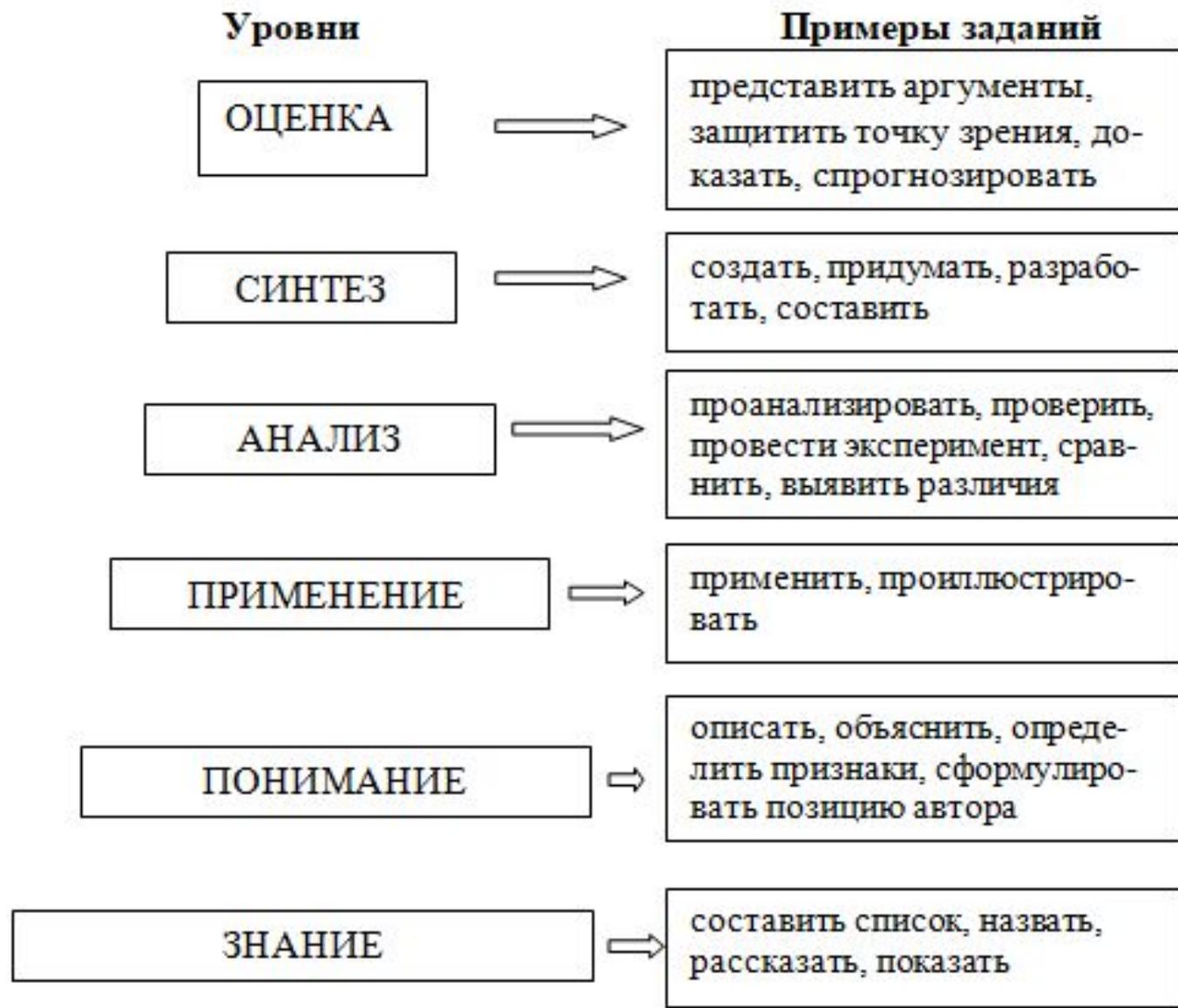


Рис. 8.6

Смысловое
чтение





«Пирамида» Б. Блума (таксономия учебных целей)

°9. Найдите два отличия веса от силы тяжести.

Сила нормальной реакции и вес являются по своей физической природе *силами упругости*, хотя мы не замечаем ни деформации яблока, ни деформации стола, связанных с этими силами. Незаметной будет и деформация нити, если повесить к ней яблоко (рис. 8.6, а), но если повесить это же яблоко к мягкой пружине, то её деформация станет хорошо заметной (рис. 8.6, б). А ведь силы упругости, действующие на подвешенное яблоко со стороны нити и со стороны пружины, одинаковы!



Рис. 8.6

Силу, с которой тело вследствие притяжения к Земле давит на горизонтальную опору или растягивает вертикальный подвес, называют *весом* тела.



°9. Найдите два отличия веса от силы тяжести.

Сила нормальной реакции и вес являются по своей физической природе *силами упругости*, хотя мы не замечаем ни деформации яблока, ни деформации стола, связанных с этими силами. Незаметной будет и деформация нити, если повесить к ней яблоко (рис. 8.6, а), но если повесить это же яблоко к мягкой пружине, то её деформация станет хорошо заметной (рис. 8.6, б). А ведь силы упругости, действующие на подвешенное яблоко со стороны нити и со стороны пружины, одинаковы!



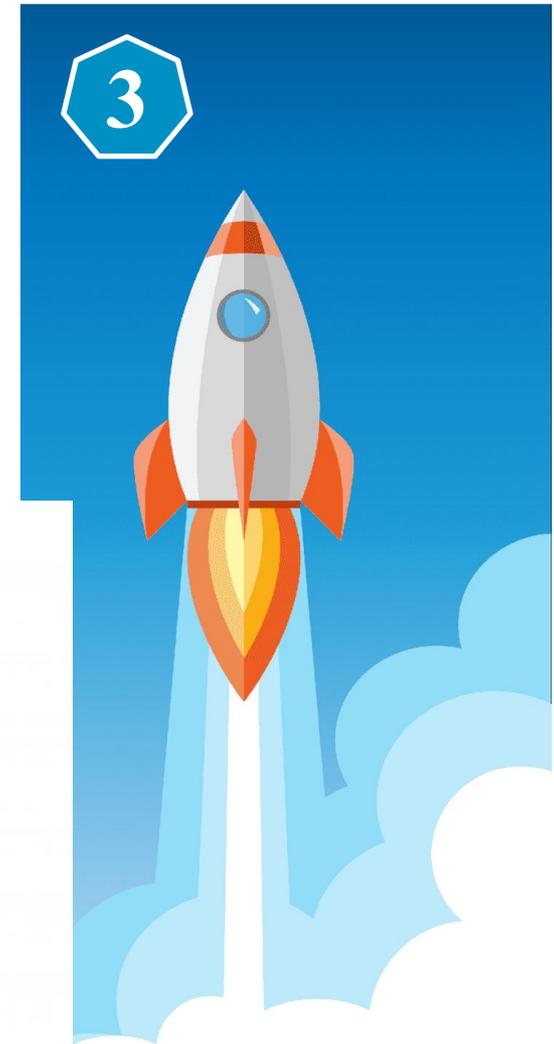
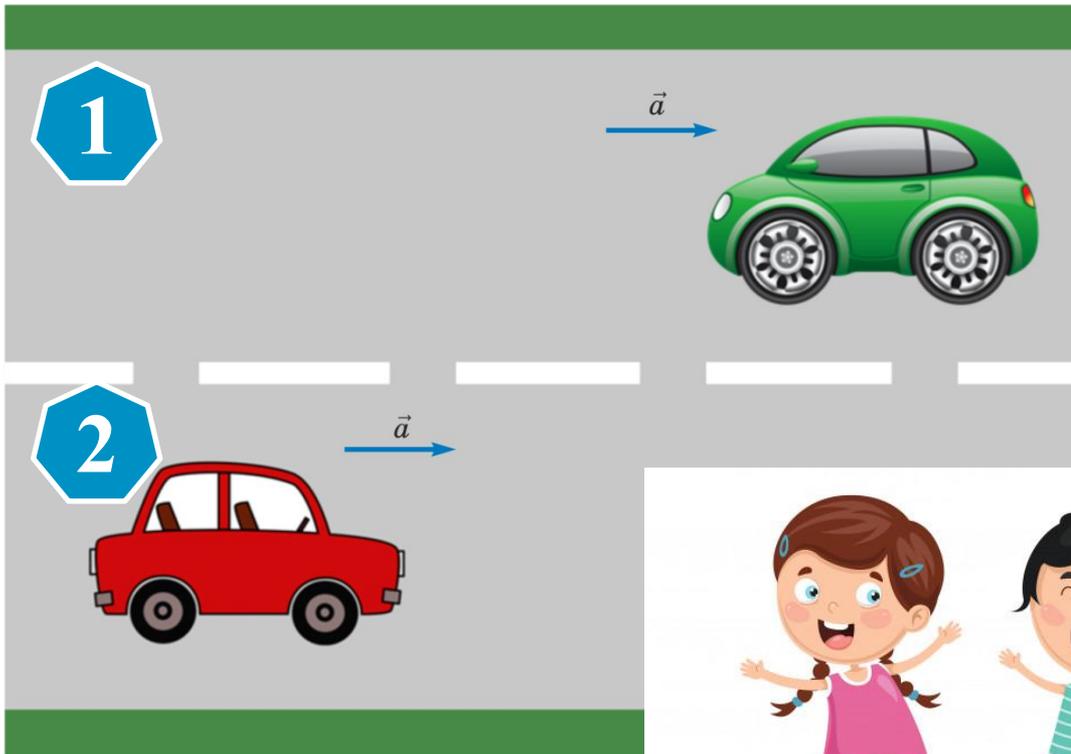
Рис. 8.6

Силу, с которой тело вследствие притяжения к Земле давит на горизонтальную опору или растягивает вертикальный подвес, называют *весом* тела.

Ответ. 9. а) Эти силы *приложены к разным телам*: вес действует на опору или подвес, а сила тяжести — на само тело.

б) Эти силы *имеют разную физическую природу*: вес — это сила упругости, а сила тяжести — частный случай сил всемирного тяготения.

Вес тела, движущегося с ускорением



В каких случаях вес изменяется?
Ответ обоснуйте.

Ускорение тела направлено вверх

- °11. Как изменяется по модулю скорость тела, если его ускорение направлено вверх, а его начальная скорость направлена: вверх; вниз?
- °12. Равнодействующая каких сил сообщает ускорение телу, находящемуся на опоре? Если ускорение опоры, на которой находится тело, направлено вверх, то какая из этих сил больше по модулю?



Ускорение тела направлено вверх

- °11. Как изменяется по модулю скорость тела, если его ускорение направлено вверх, а его начальная скорость направлена: вверх; вниз?
- °12. Равнодействующая каких сил сообщает ускорение телу, находящемуся на опоре? Если ускорение опоры, на которой находится тело, направлено вверх, то какая из этих сил больше по модулю?

Ответ: Равнодействующая силы тяжести и силы нормальной реакции. Сила нормальной реакции больше.





°13. Если ускорение опоры, на которой находится тело, направлено *вверх*, то вес тела больше силы тяжести или меньше?



- °13. Если ускорение опоры, на которой находится тело, направлено *вверх*, то вес тела больше силы тяжести или меньше?
- °14. Используя рисунок 8.7, *а*, объясните, почему второй закон Ньютона для яблока в проекциях на ось x имеет вид $N - mg = ma$.

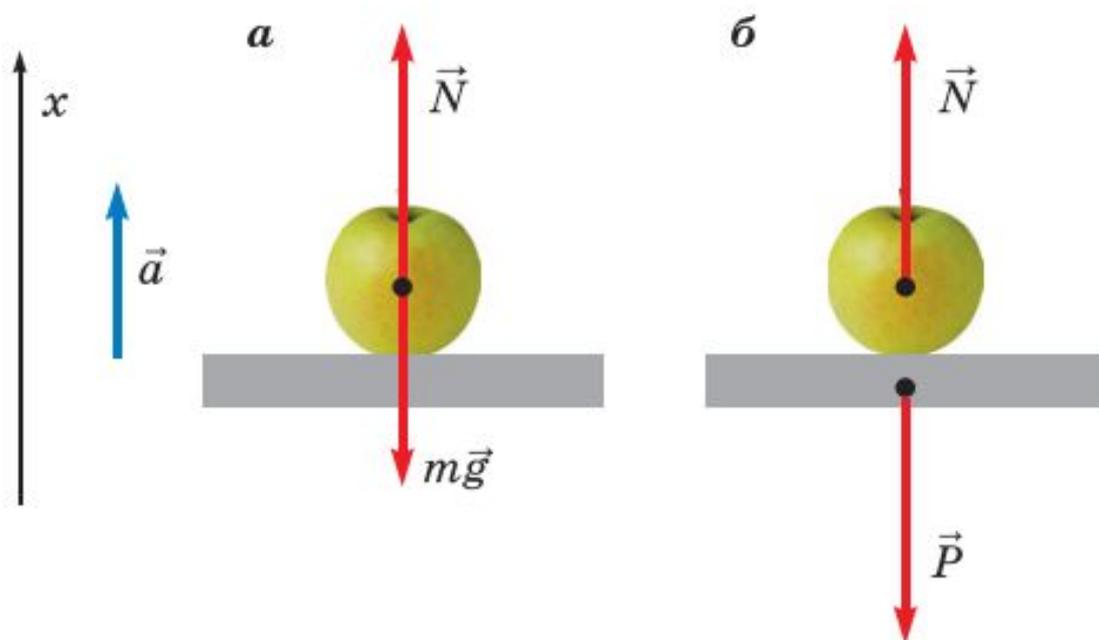


Рис. 8.7

- °14. Используя рисунок 8.7, а, объясните, почему второй закон Ньютона для яблока в проекциях на ось x имеет вид $N - mg = ma$.

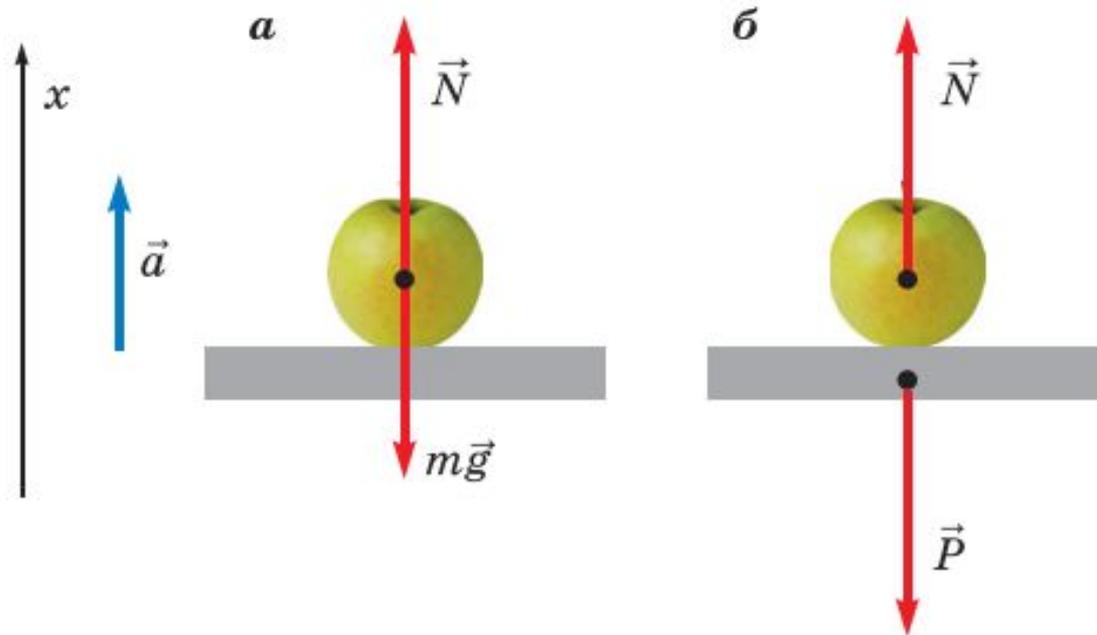


Рис. 8.7

- °15. Выразите силу нормальной реакции через массу тела, ускорение свободного падения и модуль ускорения опоры, на которой находится тело.
- °16. Используя рисунок 8.7, б и третий закон Ньютона, докажите, что вес яблока в данном случае выражается формулой

$$P = m(g + a).$$

Ускорение тела направлено

°18. Докажите, что если ускорение опоры, на которой находится тело, направлено вниз , то вес тела выражается формулой

$$P = m(g - a).$$



Ускорение тела направлено

°18. Докажите, что если ускорение опоры, на которой находится тело, направлено вниз, то вес тела выражается формулой

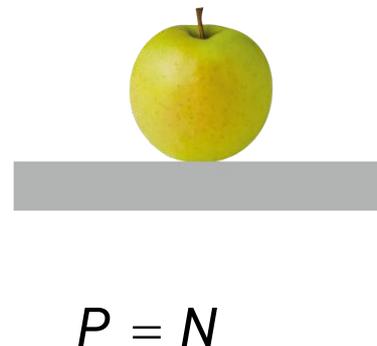
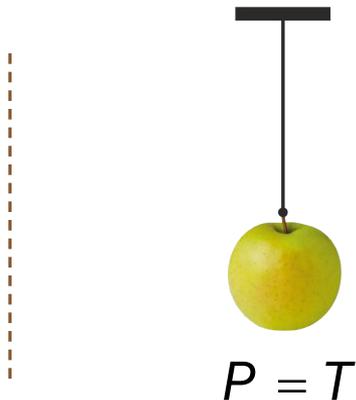
$$P = m(g - a).$$



$$P = m(g \pm a)$$

+ если $\dot{a} \uparrow$

- если $\dot{a} \downarrow$



Вес тела **не зависит** от модуля и направления скорости тела

Ускорение тела направлено

°18. Докажите, что если ускорение опоры, на которой находится тело, направлено вниз, то вес тела выражается формулой



Нет в кодификаторе

~~$P = m(g \pm a)$~~

~~+ если $\overset{\uparrow}{a}$~~

~~- если $\overset{\downarrow}{a}$~~



$$P = T$$



$$P = N$$

Вес тела **не зависит** от модуля и направления скорости тела



- °19. В каких из указанных ниже случаев вес человека больше действующей на него силы тяжести, а в каких — меньше?
- а) Лифт разгоняется при подъёме.
 - б) Лифт разгоняется при спуске.
 - в) Лифт тормозит при подъёме.
 - г) Лифт тормозит при спуске.



19. В каких из указанных ниже случаев вес человека больше действующей на него силы тяжести, а в каких — меньше?
- а) Лифт разгоняется при подъёме.
 - б) Лифт разгоняется при спуске.
 - в) Лифт тормозит при подъёме.
 - г) Лифт тормозит при спуске.
20. На весах в движущемся лифте лежит килограммовая гиря. В некоторый момент времени весы показывают 800 г.
- а) Как направлено при этом ускорение лифта?
 - б) Чему оно равно?
 - в) Как направлена скорость лифта?

Бытовые весы – это динамометр, на который для удобства нанесена шкала, позволяющая сразу получить значение массы.



19. В каких из указанных ниже случаев вес человека больше действующей на него силы тяжести, а в каких — меньше?
- Лифт разгоняется при подъёме.
 - Лифт разгоняется при спуске.
 - Лифт тормозит при подъёме.
 - Лифт тормозит при спуске.
20. На весах в движущемся лифте лежит килограммовая гиря. В некоторый момент времени весы показывают 800 г.
- Как направлено при этом ускорение лифта?
 - Чему оно равно?
 - Как направлена скорость лифта?

Бытовые весы – это динамометр, на который для удобства нанесена шкала, позволяющая сразу получить значение массы.

$$\text{вверх } P = m(g + a)$$

$$\text{вниз } P = m(g - a)$$



19. В каких из указанных ниже случаев вес человека больше действующей на него силы тяжести, а в каких — меньше?
- а) Лифт разгоняется при подъёме.
 - б) Лифт разгоняется при спуске.
 - в) Лифт тормозит при подъёме.
 - г) Лифт тормозит при спуске.
20. На весах в движущемся лифте лежит килограммовая гиря. В некоторый момент времени весы показывают 800 г.
- а) Как направлено при этом ускорение лифта?
 - б) Чему оно равно?
 - в) Как направлена скорость лифта?

Бытовые весы – это динамометр, на который для удобства нанесена шкала, позволяющая сразу получить значение массы.

$$\text{вверх } P = m(g + a)$$

$$\text{вниз } P = m(g - a)$$

Вес тела **не зависит** от модуля и направления скорости тела



19. В каких из указанных ниже случаев вес человека больше действующей на него силы тяжести, а в каких — меньше?
- Лифт разгоняется при подъёме.
 - Лифт разгоняется при спуске.
 - Лифт тормозит при подъёме.
 - Лифт тормозит при спуске.
20. На весах в движущемся лифте лежит килограммовая гиря. В некоторый момент времени весы показывают 800 г.
- Как направлено при этом ускорение лифта?
 - Чему оно равно?
 - Как направлена скорость лифта?

$$\text{вниз } P = m(g - a)$$



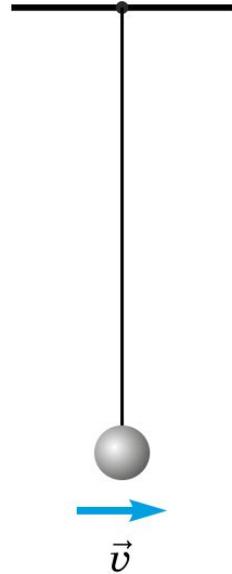
Невесомость



Подвешенный на нити длиной 1 м груз массой 0,5 кг совершает колебания в вертикальной плоскости. В нижней точке скорость груза равна 2 м/с.

- а) Как направлено в нижней точке ускорение груза?
- б) Чему равно ускорение груза в нижней точке?
- в) Чему равна сила натяжения нити в нижней точке?
- г) Чему равен вес груза в нижней точке?

Ответ: а) Вверх
 б) 4 м/с^2
 в) 7 Н
 г) 7 Н



Шарику, подвешенному на нити длиной l , сообщили в нижней точке минимальную горизонтальную скорость, необходимую для того, чтобы он начал двигаться по окружности.

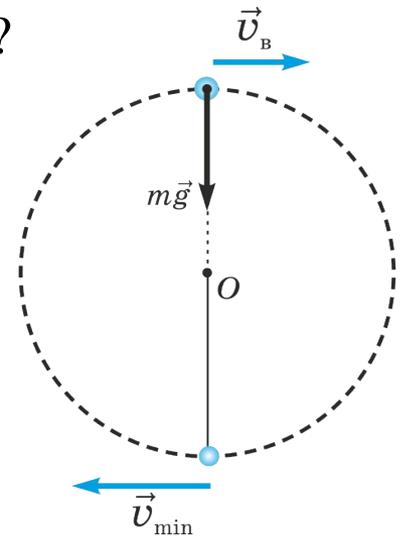
- а) Сделайте чертёж, на котором изобразите силы, действующие на шарик в верхней точке окружности.
- б) Чему равен вес шарика в верхней точке окружности?
- в) Чему равна скорость шарика в верхней точке окружности?

Шарику, подвешенному на нити длиной l , сообщили в нижней точке *минимальную* горизонтальную скорость, необходимую для того, чтобы он начал двигаться по окружности.

а) Сделайте чертёж, на котором изобразите силы, действующие на шарик в верхней точке окружности.

б) Чему равен вес шарика в верхней точке окружности?

в) Чему равна скорость шарика в верхней точке окружности?



Шарик движется *по окружности* при условии, что нить *натянута*. Поэтому *минимальная* скорость, которую нужно сообщить шарик в нижней точке, чтобы он стал двигаться по окружности, должна быть такой, чтобы *сила натяжения нити обратилась в нуль только в верхней точке* окружности.

Шарику, подвешенному на нити длиной l , сообщили в нижней точке *минимальную* горизонтальную скорость, необходимую для того, чтобы он начал двигаться по окружности.

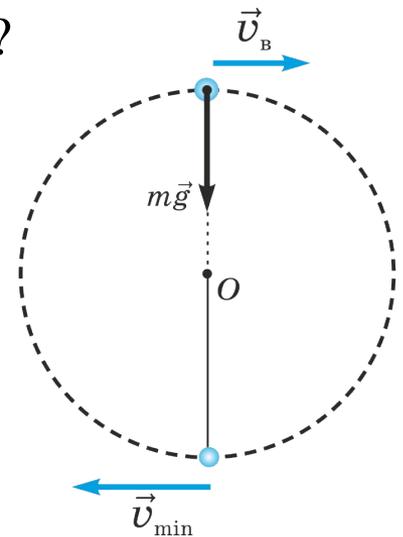
а) Сделайте чертёж, на котором изобразите силы, действующие на шарик в верхней точке окружности.

б) Чему равен вес шарика в верхней точке окружности?

в) Чему равна скорость шарика в верхней точке окружности?

$$T = 0 \Rightarrow P = 0$$

$$a = g \Rightarrow \frac{v^2}{l} = g \Rightarrow v = \sqrt{gl}$$



Шарик движется *по окружности* при условии, что нить *натянута*. Поэтому *минимальная* скорость, которую нужно сообщить шарик в нижней точке, чтобы он стал двигаться по окружности, должна быть такой, чтобы *сила натяжения нити обратилась в нуль только в верхней точке окружности*.

Рефлексия деятельности и содержания учебного материала

- Приём «Кластер»

Итог работы можно зафиксировать в виде накопительного кластера

- ✓ Что нового ты узнал на уроке (информация)?
- ✓ Чему ты научился на уроке (строить/читать график, рассчитывать ускорение, составлять задачи на расчёт...)
- ✓ Какие уже имеющиеся у тебя знания понадобились в решении задач (или на уроке)?
- ✓ Где ты применишь полученные знания?

Базовый уровень

38. Груз массой 100 кг, висящий на тросе, движется с ускорением 2 м/с^2 , направленным вверх.
- Сделайте рисунок и укажите на нём все силы, действующие на груз.
 - Чему равна равнодействующая этих сил и как она направлена?
 - Чему равен вес груза и во сколько раз он превышает действующую на груз силу тяжести?
 - Зависят ли ответы на предыдущие вопросы от направления скорости груза?

Повышенный уровень

44. На весах в движущемся лифте стоит человек массой 70 кг.
- Чему равно ускорение лифта и как оно направлено, если весы показывают 56 кг?
 - Можно ли определить, в каком направлении движется лифт?
45. Автомобиль движется со скоростью 72 км/ч по выпуклому мосту, имеющему форму дуги окружности радиусом 100 м.
- Во сколько раз вес автомобиля в верхней точке траектории меньше действующей на него силы тяжести?
 - С какой скоростью должен ехать автомобиль, чтобы он находился в состоянии невесомости *только* в верхней точке траектории?

Высокий уровень

48. Небольшая тележка массой 500 г движется по рельсам, совершая в вертикальной плоскости «мёртвую петлю» радиусом 80 см. С какой скоростью движется тележка в *верхней* точке траектории, если в этой точке тележка давит на рельсы с силой 5 Н?
49. Небольшая тележка массой 500 г движется по рельсам, совершая в вертикальной плоскости «мёртвую петлю» радиусом 50 см. С какой скоростью движется тележка в *нижней* точке траектории, если вес тележки в этот момент равен 30 Н?

Углублённый уровень

Вес тела на полюсе и на экваторе



Вес тела на полюсе и на экваторе

Вследствие вращения планеты вокруг своей оси (его называют *суточным*) вес одного и того же тела на экваторе планеты *меньше*, чем на её полюсе.

Пусть тело покоится на поверхности шарообразной планеты вблизи её полюса. В этом случае вес тела: $P_{\text{п}} = mg$, где g — ускорение свободного падения.

Чтобы найти вес тела на поверхности планеты вблизи экватора, надо учесть суточное вращение планеты.

Вследствие этого вращения находящееся на экваторе тело *равномерно движется по окружности* относительно инерциальной системы отсчёта, связанной с удаленными звездами.

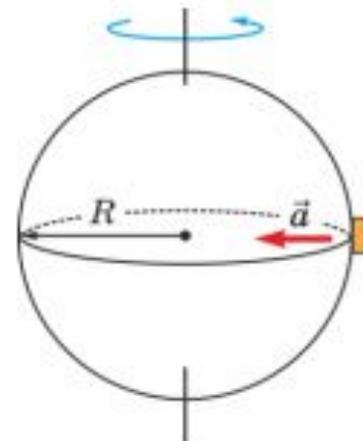
Вследствие суточного вращения планеты находящееся на её экваторе тело движется относительно *инерциальной* системы отсчёта с центростремительным ускорением.

Это ускорение направлено *к центру планеты*, то есть *вниз*. А если тело движется с ускорением \vec{a} , направленным вниз, вес этого тела выражается формулой: $P_{\text{э}} = m(g - a)$.

Существует ещё одна причина уменьшения веса тела на экваторе Земли по сравнению с весом на полюсе.

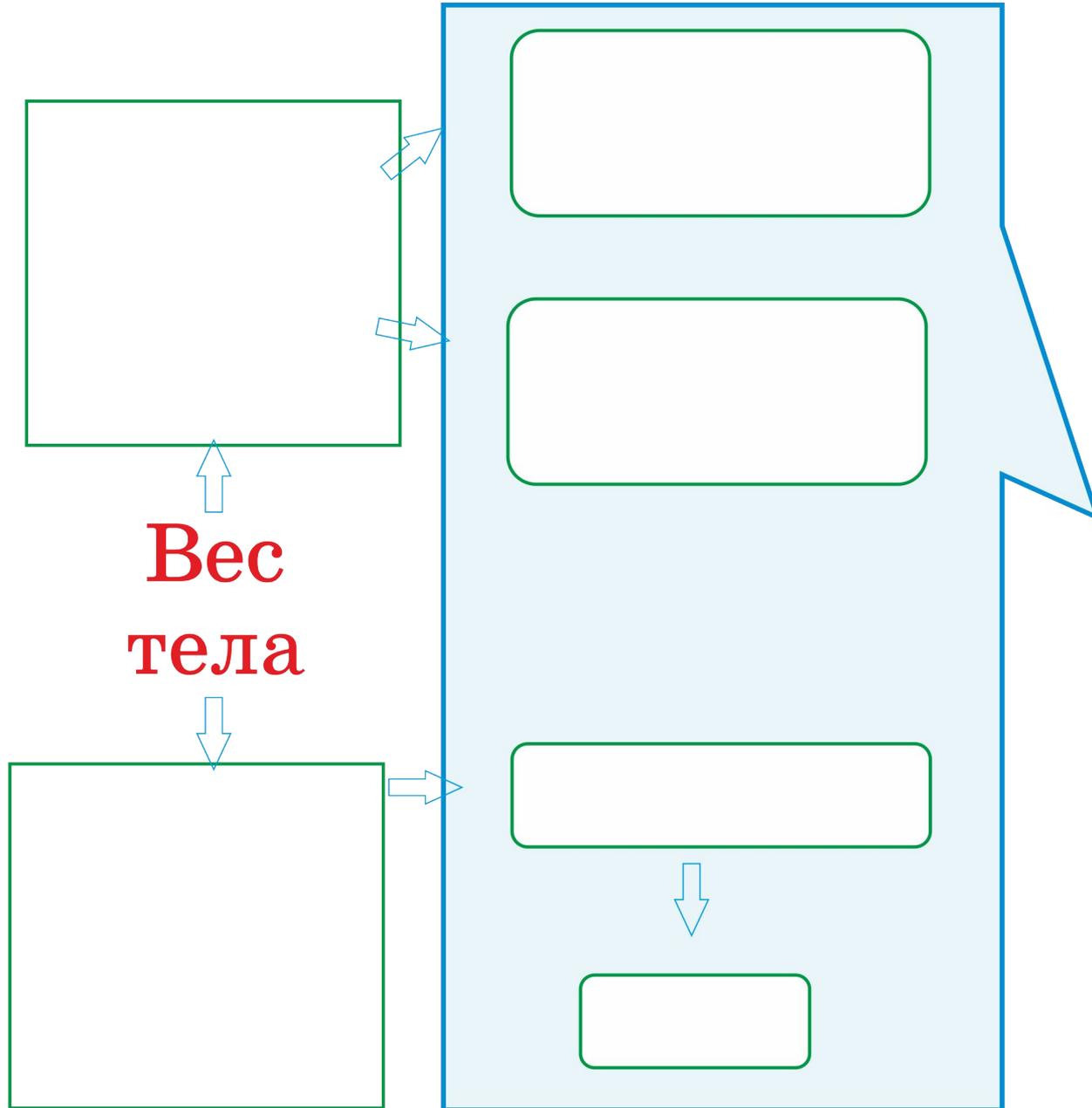
Дело в том, что Земля немного сплюснута у полюсов — расстояние между Северным и Южным полюсами (по прямой сквозь Землю) примерно на 43 км меньше, чем расстояние между диаметрально противоположными точками экватора Земли. Вследствие этого на полюсе находящаяся на уровне моря точка расположена примерно на 21,5 км ближе к центру Земли, чем точка на экваторе.

Общее уменьшение веса, обусловленное суточным вращением и сплюснутостью Земли, составляет примерно 0,5 %.



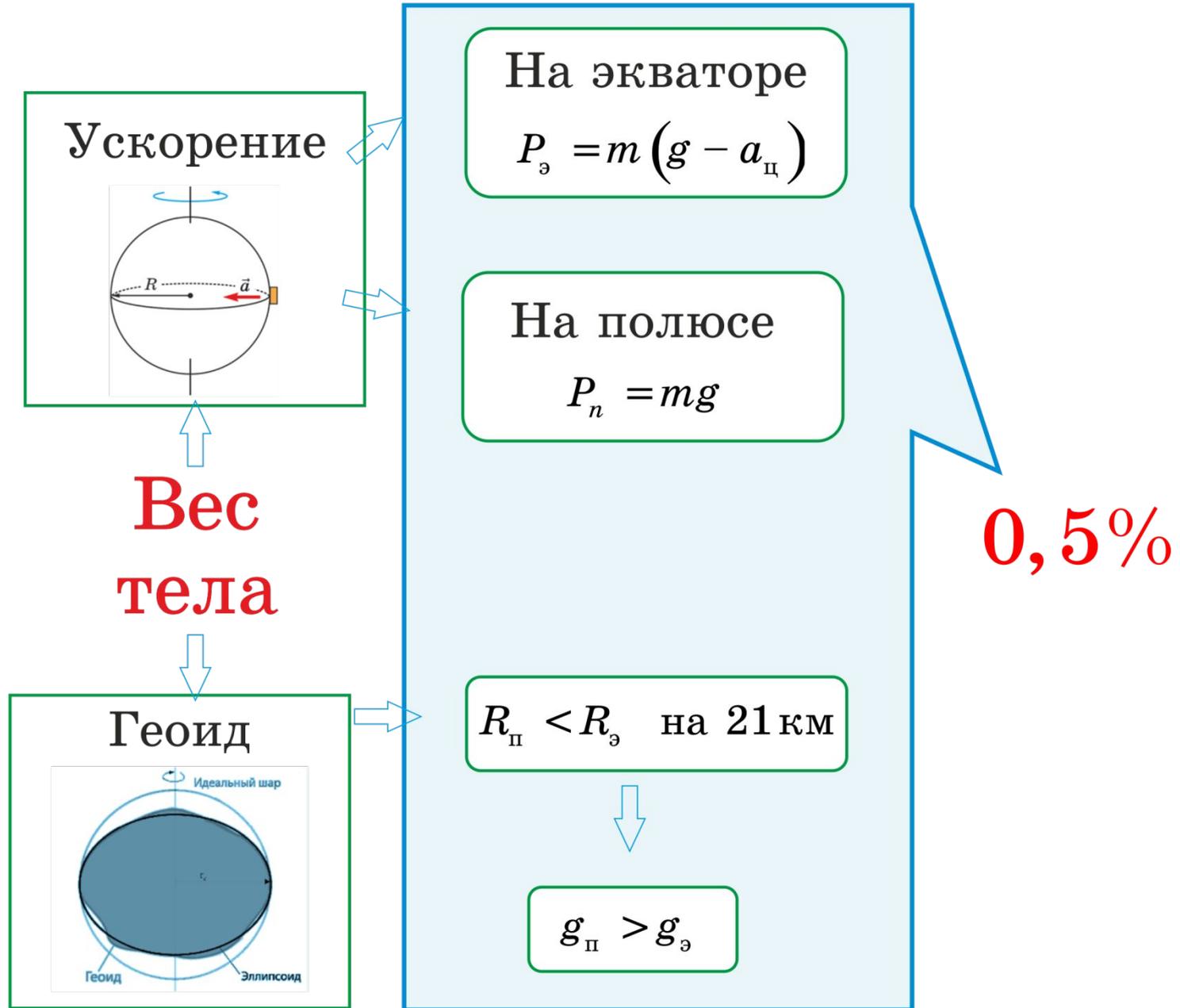
Вес тела на полюсе и на экваторе

Схема



Вес тела на полюсе и на экваторе

Схема

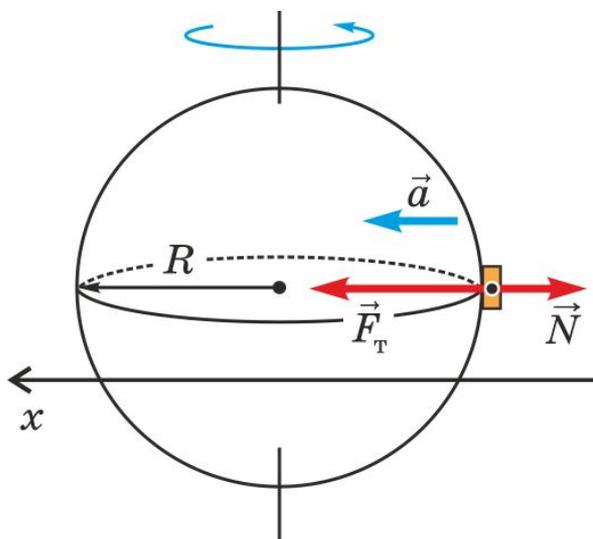


Вес тела на полюсе и на экваторе

Определите плотность вещества планеты, если ее период вращения вокруг своей оси составляет $3 \cdot 10^4$ с, а вес тела на экваторе составляет 97% от веса этого тела на полюсе. Планету считать однородным шаром.

Вес тела на полюсе и на экваторе

Определите плотность вещества планеты, если ее период вращения вокруг своей оси составляет $3 \cdot 10^4$ с, а вес тела на экваторе составляет 97% от веса этого тела на полюсе. Планету считать однородным шаром.

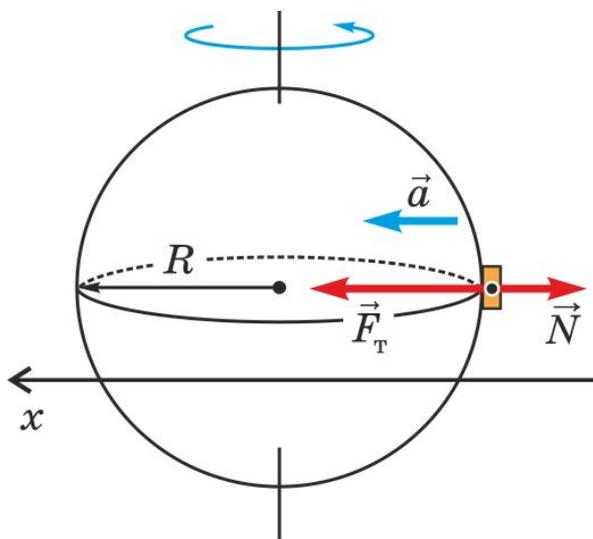


$$P_p = mg$$

$$0x : mg - N = ma \quad (\text{на экваторе})$$

Вес тела на полюсе и на экваторе

Определите плотность вещества планеты, если ее период вращения вокруг своей оси составляет $3 \cdot 10^4$ с, а вес тела на экваторе составляет 97% от веса этого тела на полюсе. Планету считать однородным шаром.



$$P_n = mg$$

$$0x : mg - N = ma$$

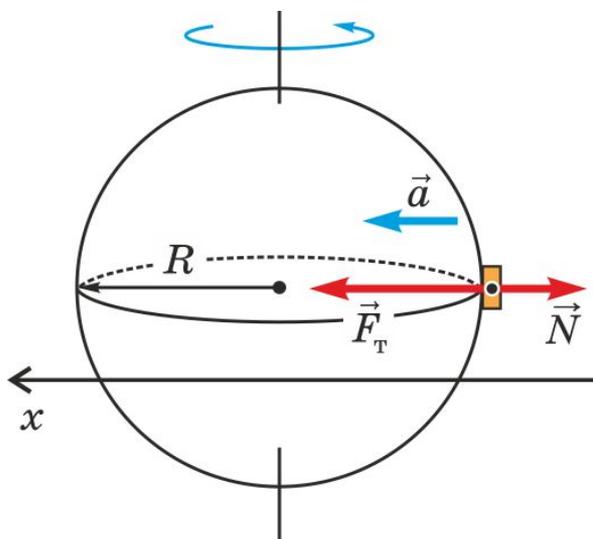
$$N = m(g - a) \Rightarrow P_{\circ} = m(g - a)$$

$$m(g - a) = 0,97mg$$

$$a = 0,03g$$

Вес тела на полюсе и на экваторе

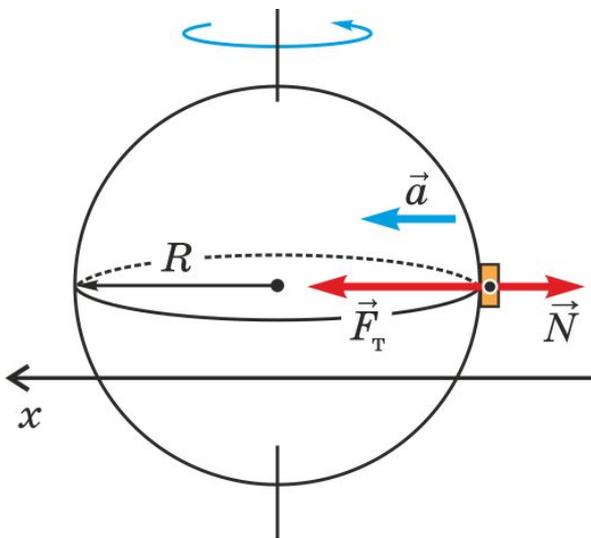
Определите плотность вещества планеты, если ее период вращения вокруг своей оси составляет $3 \cdot 10^4$ с, а вес тела на экваторе составляет 97% от веса этого тела на полюсе. Планету считать однородным шаром.



$$a = 0,03g \Rightarrow \frac{4\pi^2}{T^2} R = 0,03G \frac{M}{R^2}$$

Вес тела на полюсе и на экваторе

Определите плотность вещества планеты, если ее период вращения вокруг своей оси составляет $3 \cdot 10^4$ с, а вес тела на экваторе составляет 97% от веса этого тела на полюсе. Планету считать однородным шаром.

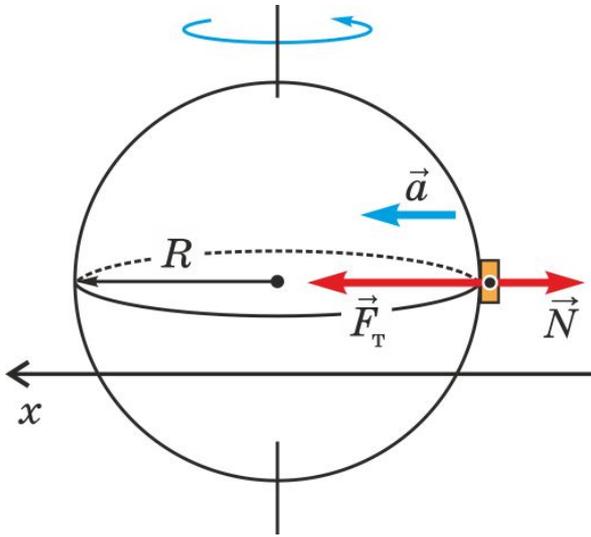


$$a = 0,03g \Rightarrow \frac{4\pi^2}{T^2} R = 0,03G \frac{M}{R^2}$$

$$M = \rho V = \rho \frac{4}{3} \pi R^3$$

Вес тела на полюсе и на экваторе

Определите плотность вещества планеты, если ее период вращения вокруг своей оси составляет $3 \cdot 10^4$ с, а вес тела на экваторе составляет 97% от веса этого тела на полюсе. Планету считать однородным шаром.



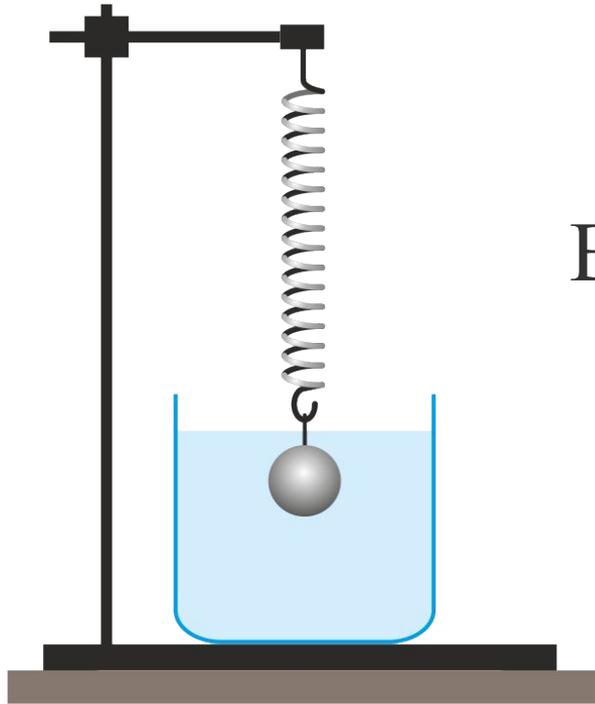
$$a = 0,03g \Rightarrow \frac{4\pi^2}{T^2} R = 0,03G \frac{M}{R^2}$$

$$M = \rho V = \rho \frac{4}{3} \pi R^3$$

$$\frac{4\pi^2}{T^2} R = 0,03G \frac{\rho \frac{4}{3} \pi R^3}{R^2} \Rightarrow \frac{\pi}{T^2} = 0,03G\rho \frac{1}{3}$$

$$\rho = \frac{\pi}{0,01GT^2}$$

Теряет ли в весе погруженное в воду тело?



Вода служит
опорой.



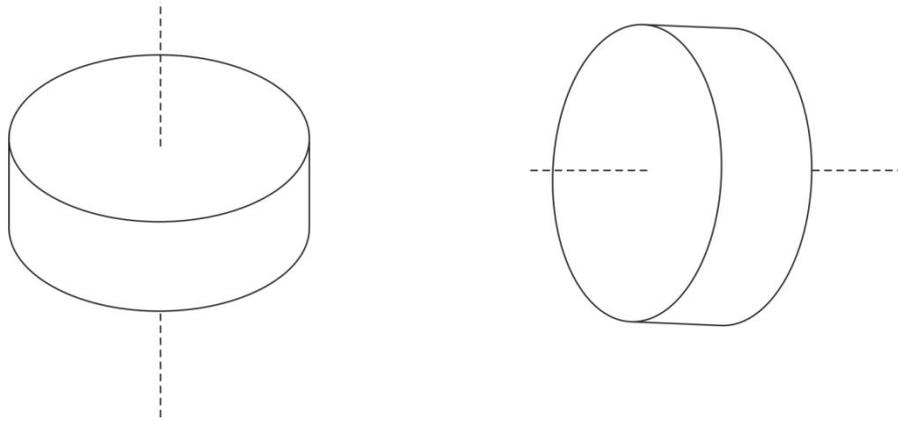
Вес тела
перераспределяется
на подвес и на воду

Вес тела равен силе
тяжести и приложен
к воде

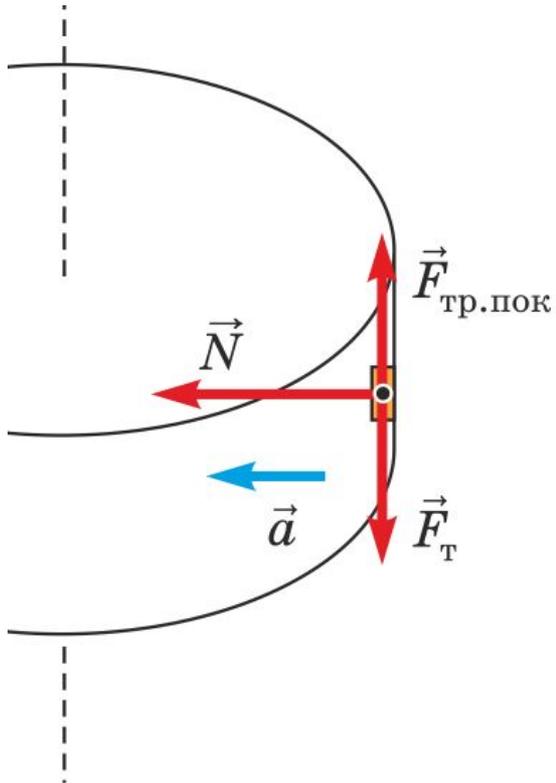
Ошибочное понимание веса

Барaban центрифуги бытовой стиральной машины имеет радиус 10 см и вращается с частотой 2780 об/мин.

Каков вес белья массой 1 кг, заложенного в барабан? Как он направлен?



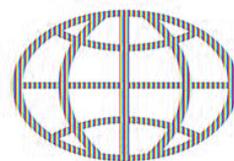
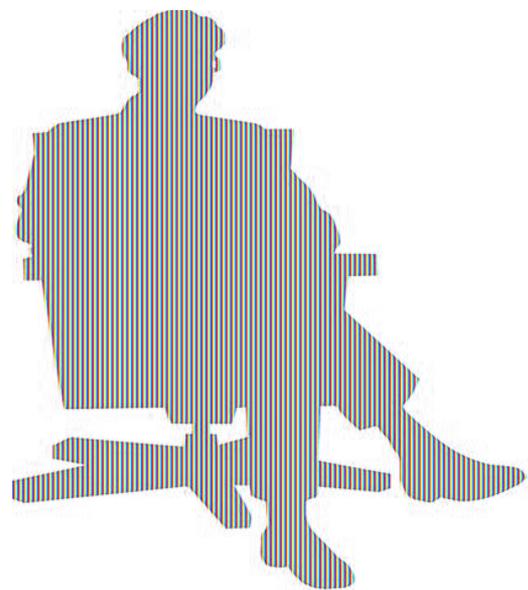
Ошибочное понимание веса



Силу, с которой тело вследствие действия на него **силы тяжести** давит на горизонтальную опору или растягивает вертикальный подвес, называют *весом* тела.

БИНОМ. Лаборатория знаний

<http://lbz.ru/>



ИЗДАТЕ

БИНОС

Ждём Вас на наших вебинарах!