**МЕХАНИКА, ДИНАМИКА.**

**Практическое занятие №4**

***Работа, мощность, энергия***

**Справочный материал**

*Работа*, совершаемая постоянной силой,

,

где α – угол между направлениями векторов силы и перемещения.

*Работа*, совершаемая переменной силой,

,

где интегрирование ведется вдоль траектории, что определяется *L*.

*Средняя мощность* за интервал времени Δ*t*

.

*Мгновенная мощность*

 или *,*

где *dA*– работа, совершаемая за промежуток времени *dt.*

*Кинетическая энергия* материальной точки (или тела), движущегося поступательно

 или ,

*Потенциальная энергия* тела *W*п и сила, действующая на тело в данной точке поля, связаны соотношением

,

,

,

где ,, – единичные векторы (орты).

*Потенциальная энергия упруго деформированного тела (сжатой или растянутой пружины)*

**.

*Потенциальная энергия гравитационного взаимодействия* двух материальных точек (или тел) массами *m*1 и *m*2, находящихся на расстоянии *r* друг от друга

.

*Потенциальная энергия тела, находящегося в однородном поле силы тяжести,*

,

где *h*– высота тела над уровнем, принятым за нулевой уровень для отсчета потенциальной энергии.

**Пример №1. Какую работу нужно совершить, чтобы поднять груз массой 30 кг на высоту 10 м с ускорением 0,5 м/с2?**

|  |  |
| --- | --- |
| Дано:  *m*= 30 кг  *h*= 10 м  *a* =0,5 м/с2 | Решение.  Работа постоянной силы, направленной вдоль перемещения, равна  .  По II закону Ньютона в проекции на вертикальную ось  .  Откуда .  Формула для работы примет вид  .  Численный расчет |
| ***A* – ?** |

**Пример №2.**Материальная точка массой *m*=2 кг двигалась под действием некоторой силы, направленной вдоль оси *Ох* согласно уравнению *x=A+Bt+Ct*2*+Dt3,* где *В*= – 2 м/с, *С*= 1 м/с2, *D*= – 0,2 м/с3. Найти мощность *N,* развиваемую силой в момент времени *t*1=2 с и *t*2=5 с.

|  |
| --- |
| Дано:  *т=*2 кг  *x=A+Bt+Ct2+Dt*3  *В = -* 2 м/с  *С*=1 м/с2  *D= -* 0,2 м/с3  *t*1*=*2 с  *t*2=5 с |
| *N*1? *N*2? |

|  |
| --- |
| Решение  Для определения мощности воспользуемся формулой  .  Найдем мгновенную скорость в произвольный момент времени, продифференцировав координату х по времени:    Мгновенное ускорение в произвольный момент времениопре найдем, взяв проопределим как производную от скорости по времени: |

Силу определим по второму закону Ньютона**

.

Таким образом, получим

.

Численно для момента *t*1 = 2c

.

Для момента *t*2 = 5c

.

**Пример №3. Кинетическая энергия тела, брошенного вертикально вверх, в момент бросания равна 200 Дж. Определить, до какой высоты от поверхности земли может подняться тело, если его масса равна 800 г.**

|  |  |
| --- | --- |
| Дано:  *W*К1= 200 Дж  *m* = 800 г=0,8 кг  *h*1 = 0 | Решение  По теореме о кинетической энергии  ,  где работа против силы тяжести  . |
| *h*2 – ? |

В максимальной точке подъема *v*2 = 0, *W*К2 = 0. Отсюда

.

Следовательно

.

Численный расчет:

.

**Пример №4. Пуля массой 9 г вылетает из винтовки со скоростью *v* = 650 м/с. На расстоянии 400 м от места выстрела скорость пули становится равной *v* = 390 м/с. Какую часть от своей начальной кинетической энергии потеряла пуля? Найдите работу сил сопротивления.**

|  |  |
| --- | --- |
| Дано:  *m* = 9 г = 9⋅10-3 кг  *v*0 = 650 м/с  *S* = 400 м  *v* = 390 м/с | Решение  По теореме о кинетической энергии  .  Определим искомое отношение    Численный расчет  . |
| *A*с – ? |

Работа сил сопротивления .

**Пример №5. В цилиндрической бочке находится 200 л воды. Высота столба воды в бочке 1 м. Найдите изменение потенциальной энергии воды после ее вытекания: а) на поверхность Земли; б) на поверхность Луны.**

|  |  |
| --- | --- |
| Дано:  *V*= 200 л = 0,2 м3  *h*= 1 м  а) *g*З= 9,8 м/с2  б) *g*Л= 1,6 м/с2  ρ= 103 кг/м3 | Решение  Изменение потенциальной энергии    равняется работе силы тяжести, взятой с противоположным знаком  ,  где *S* в данном случае – изменение положения центра масс воды в бочке. |
| Δ*W*п– ? |

Благодаря однородности тела . Учитывая, что , получим

.

Подставляя численные данные, найдем

а) Δ*W*П = – 980 Дж, б) Δ*W*П = – 160 Дж.

**Задачи для самостоятельного решения**

1 Какую работу совершает двигатель автомобиля массой 1,3 т при трогании с места на первых 75 м пути, если это расстояние автомобиль проходит за 10 с, а коэффициент сопротивления двигателя равен 0,05?

2. Подъемный кран приводится в действие двигателем мощностью 10 кВт. Сколько времени потребуется для доставки на высоту 50 м груза массой 2 т, если КПД двигателя 75%?

3. Какую работу надо совершить, чтобы растянуть пружину жесткостью 40 кН/м на 0,5 см?

4. Импульс тела равен 8 кг м/с, а кинетическая энергия – 16 Дж. Найти массу и скорость тела.

5. Стоящий на льду конькобежец массой 60 кг ловит мяч массой 0,5 кг, который летит горизонтально со скоростью 20 м/с. На какое расстояние откатится человек с мячом по горизонтальной поверхности льда, если коэффициент трения 0,05?

6. Найти потенциальную и кинетическую энергию тела массой 3 кг, падающего свободно с высоты 5 м, на расстоянии 2 м от поверхности Земли.

7. Камень брошен вертикально вверх со скоростью 10 м/с. На какой высоте кинетическая энергия камня будет равна его потенциальной энергии?