6. WORK, ENERGY AND POWER

IMP DEFINITIONS & FORMULAS

1.1. Scalar product : The scalar product of two vectors $\bar{A}, \bar{B}$ is defined as $\bar{A}.\bar{B} = |\bar{A}||\bar{B}|\cos\theta$

Here, θ is the angle between $\bar{A}, \bar{B}$.

1.2. $\cos\theta = \frac{\bar{A}.\bar{B}}{|\bar{A}||\bar{B}|}$

1.3. If $\bar{A} = A_x\bar{i} + A_y\bar{j} + A_z\bar{k}$ and

$\bar{B} = B_x\bar{i} + B_y\bar{j} + B_z\bar{k}$ then

$\bar{A}.\bar{B} = A_xB_x + A_yB_y + A_zB_z$

1.4. If $\bar{A}$ is perpendicular to $\bar{B}$ then

$\bar{A}.\bar{B} = 0 \Rightarrow A_xB_x + A_yB_y + A_zB_z = 0$

1.5. $\bar{i}.\bar{j} = 0, \bar{j}.\bar{k} = 0, \bar{k}.\bar{i} = 0$ (Since $\cos 90^0 = 0$)

Also $\bar{i}.\bar{i} = 1, \bar{j}.\bar{j} = 1, \bar{k}.\bar{k} = 1$ (Since $\cos 0 = 1$).

2.0. Work (W) : Work is said to be done, when a force acting on a body moves it, through some distance in the direction of the force.

Work Formula $W = (F\cos\theta)S$; **$W = FS\cos\theta$**

2.1. In vector form, $\mathbf{W = \bar{F}.\bar{S}}$

Note 1: Work done is a scalar.

Note 2: If $\theta = 0^o$ then $\cos 0 = 1 \Rightarrow W = FS$.

Also, if $\theta = 90^o$ then $\cos 90^o = 0 \Rightarrow W = 0$

2.2. Units of work :

2.3. One joule: Work done on a body is said to be one joule, when a force 1N displaces it through 1m in the direction of the force.

SI unit : **joule (J)**; 1 J = 1N × 1m

2.4. One erg: Work done on a body is said to be one erg, when a force 1 dyne displaces it through 1cm in the direction of the force.

CGS unit: **erg** ; 1 erg = 1 dyne × 1cm

2.5. Conversions : 1 joule = 10^7 erg.

2.6. D.F: $[M^1L^2T^{-2}]$

BABY BULLET-Q

BULLET MASTER'S PHYSI BEATS!

Work is Worship!

Winners' Formula
Working like a Wallclock

WORK-ENERGY-POWER[1LAQ]

ముగ్గురు మిత్రులు

ఒకానొక 'సిటీ జూనియర్ కాలేజీ'లో 'వెప్' అనే పేరుతో ముగ్గురి Young 'జాన్ జిగిరి దోస్త్'ల గ్రూప్ ఒకటుంది.
అందులో మొదటి దోస్త్ పేరు Watson. అతడు మంచి Hard Worker & Work-holic.
Watson ఎవరు ఏ Work చెప్పినా చేయడానికి 'సై సై' అంటాడు!
రెండో దోస్త్ పేరు Eshan Khan. ఇతడు Very Energetic. Hulk లాగా ఇతనిది భారీ Personality.
తన Personality కి తగ్గట్టే 'ఎంత పెద్ద పెద్ద పనులైనా ఇట్టే అవలీలగా' చేసేస్తుంటాడు!!
ఇక మూడవ దోస్త్ పేరు Pavan. ఇతను పేరుకి తగ్గట్టుగా 'వాయు వేగం'తో,'స్పీడుగా స్పీడుగా' పనులు చేస్తుంటాడు!!!
వెప్ అనే ఈ 'మిత్రత్రయానికి' ఎవరైనా ఏదైనా, 'ఎంత పెద్ద పనైనా' అప్పగించి 'ఎంత త్వరగా' చేయాలన్నా
చేసేయగల సత్తా వారికి ఉంది. ఇంతకీ వెప్ (WEP) అంటే అర్థమయ్యిందిగా?
WEP అంటే Watson, Eshan, Pavan. పనులు చేయడంలో వారికి ఉన్న
Dedication, Enthusiasm, Fastness ను చూసి వారి friends వారికి పెట్టిన Nick Names:
Watson కి **Wor'king' STAR, Eshan** కి **Mr.Energy**, Pavan కి **Power STAR**.
So, My Dear Dudes Work పరంగా ఇలా Classify చేస్తే పైమూడింటిలో మీరు ఏ category లోకి వస్తారు?

3.0. ENERGY: It is the **capacity to do work**

Energy is a scalar quantity.

It is measured in the same units as work.

3.1. Units of Energy :

SI unit **: Joule.** CGS unit: **erg.**

3.2. D.F: $[M^1L^2T^{-2}]$

4.0. Types of Mechanical energy:

1) Potential energy (P.E or U)

2) Kinetic energy (K.E or K)

4.1. Potential energy(U): It is the energy possessed by a body by virtue of its position.

Formula : P.E = mgh (or) **U = mgh**

4.2. Kinetic Energy: It is the energy possessed by a body by virtue of its motion.

Formula $K.E=\frac{1}{2}mv^2$ (or) $K=\frac{1}{2}mv^2$

4.3. Relation between Kinetic energy (K) and Linear momentum (p) :

$$K=\frac{1}{2}mv^2=\frac{1}{2}mv^2\frac{m}{m}=\frac{1}{2}\frac{m^2v^2}{m}$$

$$=\frac{1}{2}\frac{(mv)^2}{m}=\frac{1}{2}\frac{p^2}{m}\quad(\because p=mv)\quad\therefore\ K=\frac{p^2}{2m}$$

4.4. Work-Energy theorem: "Workdone by a constant resultant force acting on a body is equal to change in its kinetic energy".

$$W=\bar{F}.\bar{S}=\frac{1}{2}mv^2-\frac{1}{2}mu^2$$

5. The principle of conservation of energy:

"If the internal forces of a system are conservative, then the total mechanical energy (PE+KE) of the system always remains constant". Thus, in a conservative system

PE + KE = constant

BABY BULLET-Q

BULLET MASTER'S

PHYSI BEATS!

Work is Worship!

Winners' Formula

Working like a Wallclock

WORK(J)

సాధారణ వాడుక భాష Work కి Physics లోని Work కి కొన్ని కొన్ని తేడాలు ఉన్నాయి.
Physics భాషలో 'పని జరగాలంటే' మాత్రం 'వస్తువు జరగాలి' (d).
కాని, బల ప్రయోగం(f) లేకుండా 'ఏ పనీ జరుగదు'. అందుకే **w=fd.**

ENERGY(J)

మీలో కొంతమంది Eshan లాగా మాంచి Energetic గా, Enthusiastic గా కనిపిస్తుంటారు కదా!
మీకు Energy రావాలంటే తినాలి, తాగాలి. తినే తిండి ద్వారా మీకు Energy calories లో వస్తుంది.
తిన్న తర్వాత మీరెంత Energetic గా పని చేయగలరో అదే మీ Energy.
మీ Energy అంటే 'మీరు పనిచేసే దమ్ము' (లేదా) 'పనిచేసే మీ సత్తానే మీ Energy'.

POWER (Watt)

Power Star కి ఏ పని అప్పచెప్పినా Electric Power లా చాలా Fast గా చేస్తాడు!
'మీరు కూడా Watson లాగా ఏ Work నైనా, Eshan లాగా Energetic గా చేస్తుంటే చివరికి
Pavan లాగా Powerful గా తయారు అవుతారు. **All the Best!**

POTENTIAL ENERGY

కొందరు అటూ ఇటూ కదలకుండా కూడా 'పనిచేసే Capacity' కలిగి ఉంటారు. అదే వారి P.E.

KINETIC ENERGY

మరికొందరు అటూ ఇటూ పరిగెడుతూ, బుల్లెట్‌లాగా, రైళ్లలాగా
'దూసుకుపోతూ దమ్ముగా పనిచేస్తారు'. అదే వారి **K.E.**

6.0 Power (P): The **rate of doing work** (transferring energy) is called power.

$$\text{Power (P)} = \frac{\text{work}}{\text{time}}$$

6.1 Instantaneous power : It is measured as the dot product of the instantaneous velocity and the force acting on it at that instant

6.2 $$P = \frac{w}{t} = \frac{\vec{F}.d\vec{s}}{dt} = \vec{F}.\frac{d\vec{s}}{dt} = \vec{F}.\vec{V} = FV\cos\theta$$

Being dot product, power is a scalar.

6.3 Units of Power :

Watt: The power of an agent is said to be 1 watt, when 1 Joule of work is done in 1 second.

SI unit : watt (W) (or) J/s

CGS unit: erg / s

6.4 Conversions: 1 watt = 10^7 erg/s

1 Horse - power (1HP) = 746 W, (This unit is used in Automobile-Engineering)

1 kilo watt (KW) = 1000 W

1 mega-watt (MW) = 10^6 W

6.5 D.F: $[ML^2T^{-3}]$

7.1 Types of collisions: There are 2 types of collisions. They are (i) Elastic collision (ii) Inelastic collision (Perfect, Partial)

7.2 Elastic collision : The collision in which both Momentum and Kinetic energy are conserved, is known as elastic collision.

Ex : Collision between 2 smooth Billiard balls, collisions between gas molecules

7.3 Inelastic collision: The collision in which only Momentum is conserved but not kinetic energy, is called as inelastic collision.

Ex: Hitting a ball with a bat, collision between a bullet and its target, Rebounds of a ball dropped on the floor

8.0 Coefficient of restitution (e):

According to Newton's law of impact, the Relative velocity of separation is directly proportional to the relative velocity of approach. This, $(v_2 - v_1) \propto (u_1 - u_2)$

8.1 $$e = \frac{v_2 - v_1}{u_1 - u_2} = \frac{\text{Relative velocity of separation}}{\text{Relative velocity of approach}}$$

$$\Rightarrow (v_2 - v_1) = e(u_1 - u_2)$$

Thus, Coefficient of restitution (e) is the ratio of relative velocity of separation to relative velocity of approach.

Imp. Formulae

1.1) $\bar{A}.\bar{B} = |\bar{A}||\bar{B}|\cos\theta$

1.2) $\cos\theta = \dfrac{\bar{A}.\bar{B}}{|\bar{A}||\bar{B}|}$

2.1) Work done $W = \vec{F}.\vec{S} = FS\cos\theta$

2.2) Workdone in lifting a body of mass 'm' to a height 'h' is W = PE = mgh

3) Kinetic Energy $K.E = \frac{1}{2}mv^2$

4) Potential energy P.E = mgh

5) Relation between K.E & momentum P is

$$K.E = \frac{p^2}{2m}$$

6) Work energy theorem: $W = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mu^2$

7) Law of conservation of energy:

K.E+P.E= constant.

8) Power $P = \dfrac{w}{t} = \dfrac{mgh}{t} = \dfrac{mv^2}{2t}$

9) Coefficient of restitution $e = \dfrac{v_2 - v_1}{u_1 - u_2}$

10) i) For an elastic collision e = 1

ii) for partial inelastic collision e < 1

iii) for perfectly inelastic collision e = 0

'Your Power'

Suppose **YOU** go to your college on a bicycle. Initially, your bicycle is with **INERTIA**.
To make your bicycle move, you need to apply some **FORCE** on the pedals.
As a result, your bicycle starts moving and you acquire some **MOMENTUM**.
To achieve this, you did some **Work.** For this, you need to spend some **ENERGY**.
And 'how fast' you ride your bicycle is your **POWER**.

BABY BULLET-Q