

2018~2019学年棠湖中学外国语实验学校高一下学期5月月考物理试卷

一、选择题（共36分）

1 下列现象中，不能用分子动理论解释的是（ ）

- A. 白糖放入装有热水的杯中，杯中的水会变甜
- B. 大风吹起时，空中弥漫着沙尘颗粒的现象是布朗运动
- C. “不是一番寒彻骨，那得梅花扑鼻香”中的“梅花扑鼻香”
- D. 把两块纯净的铅块用力压紧，两块铅合在了一起

答案 B

解析 A选项：白糖加入水中，水变甜，说明糖分子在永不停息的做无规则运动，故A正确；

B选项：大风吹起时，地上的尘土飞扬，是物体在运动，属于机械运动，故B错误；

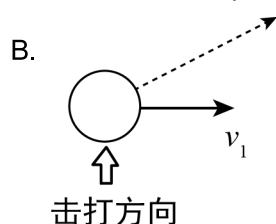
C选项：梅花香是香气分子在做无规则运动，故C正确；

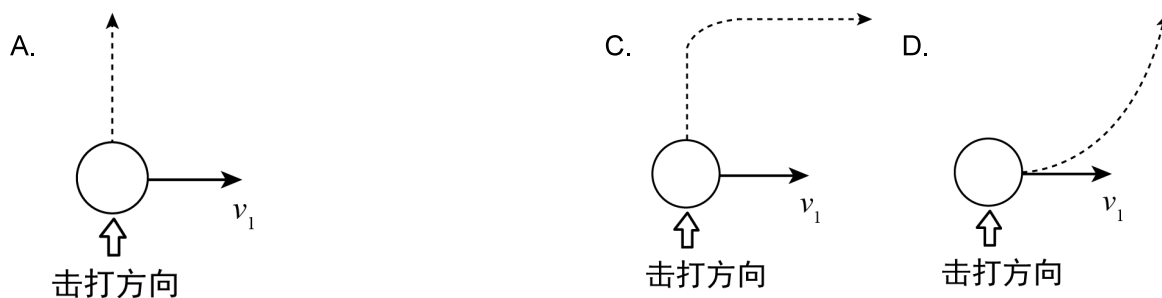
D选项：把两块纯净的铅块用力压紧后，两个铅块的底面分子之间的距离比较大，表现为引力，使两个铅块结合在一起，用一定拉力才能拉开，故D正确。

故选B.

标注 【知识点】 热学 > 分子动理论 > 分子热运动

2 如图所示，在冰球比赛中，冰球以速度 v_1 在水平冰面上向右运动，运动员沿冰面在垂直的方向上快速打击冰球，冰球立即获得沿击打方向的分速度 v_2 ，不计冰面摩擦和空气阻力，下列图中的虚线能正确反映冰球被击打后运动路径的是（ ）





答案

B

解析

CD. 物体所受的合力与速度方向不在同一直线上做曲线运动, 合力与速度方向在同一直线上做直线运动, 题中冰球受打击后在水平方向上不受力, 故作直线运动, 故CD错误;

AB. 实际运动的速度为合速度, 根据平行四边形定则可知, 合速度不可能沿打击的方向, 一定沿以两分速度为邻边的平行四边形的对角线的方向, 故A错误、B正确.

故选B.

标注

【知识点】 曲线运动 > 曲线运动基础 > 运动的合成与分解

【学科素养】 科学思维 > 科学推理

3 若航天飞机在一段时间内保持绕地心做匀速圆周运动, 则 ()

- A. 它的速度的大小不变, 动量也不变
- B. 它不断地克服地球对它的万有引力做功
- C. 它的动能不变, 重力势能也不变
- D. 它的速度的大小不变, 加速度等于零

答案

C

解析

A. 飞机做匀速圆周运动, 故飞机的速度大小不变, 但方向在变, 故动量在变, 故A错误;

B. 因万有引力始终与运动速度相互垂直, 故万有引力不做功, 故B错误;

C. 因速度大小不变, 故动能不变; 飞机的对地高度不变, 故引力势能不变, 故C正确;

D. 因飞机受到的合力不为零, 指向地心充当向心力, 故加速度不为零, 故D错误.

故选C.

标注

【知识点】 万有引力与航天 > 万有引力 > 万有引力定律

【学科素养】 科学思维 > 科学推理



- 4 从同一位置以相同的速率把完全相同的甲、乙、丙三个小球分别竖直向上、竖直向下及水平抛出后落到同一水平地面上。不计空气阻力，不考虑小球反弹，则 ()
- A. 落地时乙球的动能最大
B. 落地时三球的动量相同
C. 丙球的重力做功的平均功率最小
D. 落地时丙球重力的瞬时功率最小

答案 D

解析 A选项：根据机械能守恒定律可知，三球落地时，速度大小相等，故落地时三球动能相同，故A错误；

B选项：由A项分析知，三球落地时速率相同，但方向不同，故落地时三球动量不相同，故B错误；

C选项：三球在运动过程中，重力做功的大小相同，但乙球运动时间最短，甲球运动时间最长，故甲球的重力做功的平均功率 $P_G = \frac{mgh}{t}$ 知甲球平均功率最小，故C错误；

D选项：落地时， $mgh = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$ 得 $v_{甲} = v_{乙} = \sqrt{v_0^2 + 2gh}$ ，方向竖直而 $v_{丙} = \sqrt{2gh}$ ，则重力瞬时功率为 $P_{G_{甲}} = P_{G_{乙}} = mg\sqrt{v_0^2 + 2gh}$ ， $P_{G_{丙}} = mg\sqrt{2gh}$ ，知 $P_{G_{丙}}$ 最小，故D正确。

故选D。

标注 【题型】 机械能及其守恒定律 > 功和功率 > 功率基本问题 > 功率的基本计算

- 5 一质量为 m 可视为质点的小球以某一初速度竖直上抛，上升过程中受到的空气阻力恒为重力的 k 倍，重力加速度为 g ，则小球在上升 h 的过程中 ()
- A. 小球的机械能减少了 $kmg h$
B. 小球的动能减少了 $kmg h$
C. 小球克服空气阻力所做的功为 $(k + 1)mgh$
D. 小球的重力势能减少了 mgh

答案 A

解析 小球在上升过程中，受重力、空气阻力两力的作用，由已知可知阻力大小为 kmg ，方向竖直向下，小球上升 h 的过程中，克服重力做功为 $W_G = mgh$ ，克服阻力做功为 $W_f = kmgh$ ，所以外力对小球做的总功为 $W_{合} = -(k + 1)mgh$ ，则根据功能关系可知：小球的机械能减小了 $kmg h$ ，

小球的重力势能增加了 mgh ,

小球的动能减小了 $(k+1)mgh$, 故A正确, B错误, C错误, D错误 .

故选A .

标注 【知识点】 机械能及其守恒定律 > 机械能的概念和机械能守恒定律 > 机械能守恒定律

【学科素养】 物理观念 > 能量观念

【题型】 机械能及其守恒定律 > 机械能守恒定律 > 机械能的转化

6 高空作业须系安全带 . 如果质量为 m 的高空作业人员不慎跌落 , 从开始跌落到安全带对人刚产生作用力前落下的距离为 h (可视为自由落体运动) . 此后经历时间 t 安全带达到最大伸长 , 若在此过程中该作用力始终竖直向上 , 则该段时间安全带对人的平均作用力大小为 ()

- A. $\frac{m\sqrt{2gh}}{t} + mg$ B. $\frac{m\sqrt{2gh}}{t} - mg$ C. $\frac{m\sqrt{gh}}{t} + mg$ D. $\frac{m\sqrt{gh}}{t} - mg$

答案 A

解析 自由落体根据动能定理可得 $mgh = \frac{1}{2}mv^2 - 0$,

解得速度 $v = \sqrt{2gh}$;

之后安全带对人的作用力可由动量定理得 $mgt - \bar{F}t = 0 - mv$,

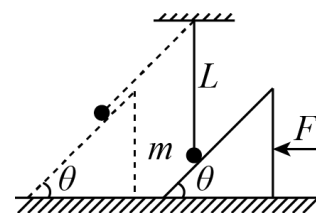
解得 $\bar{F} = \frac{m\sqrt{2gh}}{t} + mg$.

故选A .

标注 【知识点】 动量与动量守恒定律 > 动量定理

【题型】 动量与动量守恒定律 > 动量定理 > 平均作用力问题

7 长为 L 的轻质细绳悬挂一个质量为 m 的小球 , 其下方有一个倾角为 θ 的光滑斜面体 , 放在水平面上 , 开始时小球与斜面刚刚接触且细绳恰好竖直 , 如图所示 , 现在用水平推力 F 缓慢向左推动斜面体 , 直至细绳与斜面体平行 , 则下列说法中正确的是 ()



- A. 由于小球受到斜面的弹力始终与斜面垂直，故对小球不做功
- B. 细绳对小球的拉力始终与小球运动方向垂直，故对小球不做功
- C. 小球受到的合外力对小球做功为零，故小球在该过程中机械能守恒
- D. 若水平面光滑，则推力做功为 $mgL(1 - \cos \theta)$

答案 B

解析 A选项：根据力做功的条件：1. 作用在物体上的力；2. 物体必须是在力的方向上移动一段距离，斜面弹力对小球做正功，故A错误；

B选项：细绳对小球的拉力始终与小球运动方向垂直，故对小球不做功，故B正确；

C选项：用水平力 F 缓慢向左推动斜面体，所以小球的动能不变，重力势能在增加，所以小球在该过程中机械能增加，故C错误；

D选项：若取小球和滑块整体为研究对象，根据能量守恒得 F 做的功等于系统机械能的增量，斜面体动能和势能不变，小球的动能不变，所以系统机械能的增量等于小球的重力势能增加量。

所以 F 做功等于小球重力势能增量， $\Delta E_p = mgh = mgL(1 - \sin \theta)$ ，

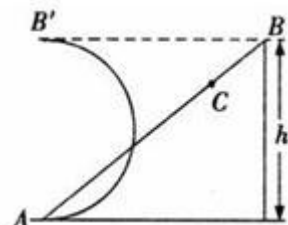
推力 F 做的总功应等于小球重力势能的增量 $mgL(1 - \sin \theta)$ ，故D错误。

故选B.

标注 【题型】 机械能及其守恒定律 > 机械能守恒定律 > 机械能的转化

【知识点】 机械能及其守恒定律 > 机械能的概念和机械能守恒定律 > 机械能守恒定律

8 如图所示，一物体以速度 v_0 冲向光滑斜面 AB ，并刚好能沿斜面升高 h ，下列说法正确的是 ()



- A. 若把斜面从 C 点锯断，由机械能守恒定律知，物体冲出 C 点后仍能升高 h
- B. 若把斜面弯成如图所示的半圆弧状，物体仍能沿 AB' 升高 h
- C. 若把斜面从 C 锯断或弯成如图所示的半圆弧状，物体都不能升高 h ，因为机械能不守恒

D. 若把斜面从C点锯断或弯成如图所示的半圆弧状，物体都不能升高 h ，但机械能仍守恒

答案 D

解析 若把斜面从C点锯断，物体冲过C点后做斜抛运动，由于物体机械能守恒，同时斜抛运动运动最高点，速度不为零，故不能到达 h 高处，故A错误；若把斜面弯成圆弧形，如果能到圆弧最高点，即 h 处，由于合力充当向心力，速度不为零，根据机械能守恒知，物体沿 AB 升高的高度小于 h ，故B错误；

由上知，若把斜面从C点锯断或弯成如图所示的半圆弧状，物体都不能升高 h ，但物体的机械能仍守恒，故D正确，C错误。

故选D。

标注 【题型】 机械能及其守恒定律 > 机械能守恒定律 > 机械能守恒的计算 > 单体机械能守恒

【知识点】 机械能及其守恒定律 > 机械能的概念和机械能守恒定律 > 机械能守恒定律

9 “嫦娥之父”欧阳自远透露：我国计划于2020年登陆火星。假如某志愿者登上火星后将一小球从高为 h 的地方由静止释放，不计空气阻力，测得经过时间 t 小球落在火星表面。已知火星的半径为 R ，引力常量为 G ，不考虑火星自转，则下列说法正确的是（ ）

- A. 火星的第一宇宙速度为 $\sqrt{\frac{2hR}{t}}$ B. 火星的质量为 $\frac{2h^2R}{Gt^2}$
- C. 火星的平均密度为 $\frac{3h}{2\pi RGt^2}$ D. 环绕火星表面运行的卫星的周期为 $t\sqrt{\frac{2R}{h}}$

答案 C

解析 A选项：由自由落体运动规律， $h = \frac{1}{2}gt^2$ ，解得火星表面的重力加速度大小为 $g = \frac{2h}{t^2}$ ，火星的第一宇宙速度 $v_1 = \sqrt{gR} = \frac{\sqrt{2hR}}{t}$ ，A错误；

B选项：解得火星的质量 $M = \frac{2hR^2}{Gt^2}$ ，B错误；

C选项：火星的平均密度为 $\rho = \frac{M}{V} = \frac{2hR^2}{Gt^2} \cdot \frac{3}{4\pi R^3} = \frac{3h}{2\pi RGt^2}$ ，C正确；

D选项：设环绕火星表面运行的卫星的周期为 T ，则 $T = \frac{2\pi R}{v_1} = \pi t\sqrt{\frac{2R}{h}}$ ，D错误。

故选C。

标注 【知识点】 万有引力与航天 > 宇宙速度

【题型】 万有引力与航天 > 宇宙速度 > 三大宇宙速度问题

【学科素养】 物理观念 > 运动与相互作用观念

10 质量为 $2.0 \times 10^3 \text{kg}$ 的汽车发动机的额定功率为 60kW ，汽车从静止开始，以 2m/s^2 的加速度做匀加速直线运动，达到额定功率后保持功率不变，所受阻力恒为车重的 0.1 倍， g 取 10m/s^2 。则 ()

- A. 汽车匀加速运动的时间为 15s
- B. 汽车能达到的最大速度为 20m/s
- C. 3s 末汽车的瞬时功率为 $3.6 \times 10^4 \text{W}$
- D. 当汽车的速度为 12m/s 时，加速度为 2.5m/s^2

答案 C

解析 汽车阻力 $f = kmg = 0.1 \times 2.0 \times 10^3 \times 10 \text{N}$ ，得 $f = 2.0 \times 10^3 \text{N}$ ，匀加速阶段： $F - f = ma$ 得 $F = 2.0 \times 10^3 \text{N} + 2.0 \times 10^3 \times 2 \text{N} = 6.0 \times 10^3 \text{N}$ 。

A选项：汽车匀加速运动的时间 t_1 速度为 v_1 ， $v_1 = \frac{P_{\text{额}}}{F} = \frac{60 \times 10^3}{6.0 \times 10^3} \text{m/s} = 10 \text{m/s}$ ， $t_1 = \frac{v_1}{a} = 5 \text{s}$ ，故A错误；

B选项：当牵引力等于阻力 f 时，有最大速度 $v_m = \frac{P_{\text{额}}}{f} = \frac{60 \times 10^3}{2.0 \times 10^3} \text{m/s} = 30 \text{m/s}$ ，故B错误；

C选项：由于 $3 \text{s} < 5 \text{s}$ 知，汽车处于匀加速直线运动，则功率 $P = Fv = Fat$ ，即 $P = 6.0 \times 10^3 \times 2 \times 3 \text{W} = 3.6 \times 10^4 \text{W}$ ，故C正确；

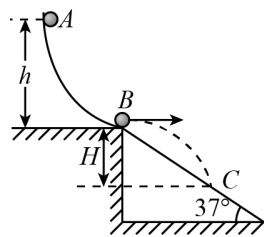
D选项：当汽车的速度 $v = 12 \text{m/s}$ 时，汽车的牵引力 $F = \frac{P}{v} = \frac{60 \times 10^3}{12} \text{N} = 5 \times 10^3 \text{N}$ ，则由牛顿第二定律得： $F - f = ma$ ， $a = 1.5 \text{m/s}^2$ ，故D错误。

故选C。

标注 【知识点】 机械能及其守恒定律 > 功和功率 > 功率

【题型】 机械能及其守恒定律 > 功和功率 > 功率基本问题 > 机车启动问题

11 如图所示，小球从静止开始沿光滑曲面轨道 AB 滑下，从 B 端水平飞出，撞击到一个与地面呈 $\theta = 37^\circ$ 的斜面上，撞击点为 C 。已知斜面上端与曲面末端 B 相连， A 、 B 间的高度差为 h ， B 、 C 间的高度差为 H ，不计空气阻力，则 h 与 H 的比值 $\frac{h}{H}$ 为 ()



A. $\frac{3}{4}$

B. $\frac{4}{3}$

C. $\frac{9}{4}$

D. $\frac{4}{9}$

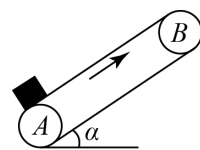
答案 D

解析 对AB段, 根据动能定理得, $mgh = \frac{1}{2}mv_B^2$, 解得 $v_B = \sqrt{2gh}$,
 根据 $\tan 37^\circ = \frac{\frac{1}{2}gt^2}{v_B t}$ 得, $t = \frac{2v_B \tan 37^\circ}{g}$,
 则 $H = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2}g \cdot \frac{4v_B^2 \tan^2 37^\circ}{g^2}$,
 解得 $\frac{h}{H} = \frac{4}{9}$.
 故选D.

标注 【题型】 曲线运动 > 抛体运动 > 平抛运动 > 沿斜面方向分解的平抛运动

【知识点】 曲线运动 > 抛体运动 > 平抛运动

12 如图所示, 倾角为 $\alpha = 30^\circ$ 的传送带以 5m/s 的速度顺时针匀速运动, 现将质量为 2kg 的物块轻放在传送带的A端. 已知传送带AB两端间距离为 8m , 物块与传送带之间的动摩擦因数为 $\frac{\sqrt{3}}{2}$, 重力加速度 g 取 10m/s^2 , 则物块从A运动到B的过程中, 下列说法正确的是 ()



A. 因摩擦产生的热量 105J

B. 摩擦力对物体做的功为 75J

C. 物块由A端运动到B端的时间为 2s

D. 传送带克服摩擦力做的功为 180J

答案 D

解析 物块刚开始上滑时受重力、支持力和摩擦力,
 由牛顿第二定律得:

$$\mu mg \cos 30^\circ - mg \sin 30^\circ = ma \quad ①$$

设物块与传送带达到共同速度用时为 t_0 ,

$$v = at_0 \quad ②$$

此过程物块的位移为 :

$$x = \frac{v}{2} t_0 \quad ③$$

$$\text{传送带前进位移为: } x' = vt_0 \quad ④$$

$$①②③④ \text{ 联立解得: } x = 5\text{m} < 8\text{m} ,$$

$$x' = 10\text{m}、t_0 = 2\text{s} ,$$

物块先做匀加速直线运动, 后匀速直线运动,

A选项: 物块相对传送带位移为:

$$\Delta x = x' - x = 10 - 5\text{m} = 5\text{m} , \text{ 因摩擦产生的热量为: } Q = \mu mg \cos 30^\circ \Delta x = 75\text{J} , \text{ 故A错误;}$$

B选项: 摩擦力对物体做的功为:

$$W = \mu mg \cos 30^\circ \cdot x + mg \sin 30^\circ \cdot (l - x) = 105\text{J} , \text{ 故B错误;}$$

$$\text{C选项: 物块由A端运动到B端的时间为 } t = t_0 + \frac{l-x}{v} = 2 + \frac{8-5}{5} = 2.6\text{s} , \text{ 故C错误;}$$

D选项: 传送带克服摩擦力做的功为:

$$W' = \mu mg \cos 30^\circ \cdot x' + mg \sin 30^\circ \cdot (l - x) = 180\text{J} . \text{ 故D正确.}$$

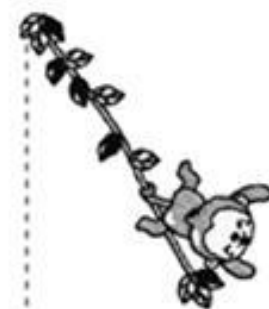
故选D .

标注

【题型】机械能及其守恒定律 > 能量守恒定律 > 能量守恒定律的应用

二、选择题

- 13 如图, 质量为 m 的小猴子在荡秋千, 大猴子用水平力 F 缓慢将秋千拉到图示位置后由静止释放, 此时藤条与竖直方向夹角为 θ , 小猴子到藤条悬点的长度为 L , 忽略藤条的质量. 在此过程中正确的是 ()



- A. 缓慢上拉过程中拉力 F 做的功 $W_F = FL \sin \theta$

- B. 缓慢上拉过程中小猴子重力势能增加 $mgL(1 - \cos \theta)$
- C. 小猴子再次回到最低点时重力的功率为零
- D. 由静止释放到最低点小猴子重力的功率逐渐增大

答案 BC

解析 秋千缓慢移动，根据动能定理得 $W_F - mgL(1 - \cos \theta) = 0$ ，解得 $W_F = mgL(1 - \cos \theta)$ ，由于动能不变，所以拉力做功等于重力势能增加量，故A错误，B正确；再次回到最低点时重力竖直向下，速度水平方向，故重力的功率为零，C正确；由静止释放时速度为零，根据 $P = Gv$ 可得重力的功率为零，到达最低点时重力的功率又为零，所以重力的功率先增大后减小，D错误。故选BC。

标注 【知识点】 机械能及其守恒定律 > 动能和动能定理 > 动能定理

14 阿伏伽德罗常数为 N_A (mol^{-1})，铝的摩尔质量为 M (kg/mol)，铝的密度为 ρ (kg/m^3)，则下列说法正确的是 ()

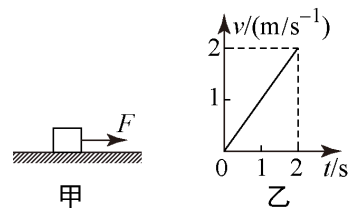
- A. 1kg 铝所含原子数为 ρN_A
- B. 1m^3 铝所含原子数为 $\frac{MN_A}{\rho}$
- C. 1个铝原子的质量为 $\frac{M}{N_A} \text{kg}$
- D. 1个铝原子所占的体积为 $\frac{M}{\rho N_A} \text{m}^3$

答案 D

解析 A. 1kg 铝所含的原子数 $N = \frac{1}{M} N_A = \frac{N_A}{M}$ ，故A错误；
 B. 同理， 1m^3 铝所含的原子数 $N = \frac{\rho}{M} N_A = \frac{\rho N_A}{M}$ ，故B错误；
 C. 1个铝原子的质量 $m_0 = \frac{M}{N_A}$ (kg)，故C错误；
 D. 1个铝原子的体积 $V_0 = \frac{m_0}{\rho} = \frac{M}{\rho N_A} \text{m}^3$ ，故D正确。故选D。

标注 【题型】 热学 > 分子动理论 > 阿伏伽德罗常数的计算

15 如图甲所示，质量为 $m = 1\text{kg}$ 的小物块放在水平地面上，用水平力 F 拉着小物块沿水平面运动，小物块运动的 $v - t$ 图像如图乙所示，小物块与地面之间的动摩擦因数为 $\mu = 0.2$ ，重力加速度 g 取 10m/s^2 ，则 $0 - 2\text{s}$ 内 ()



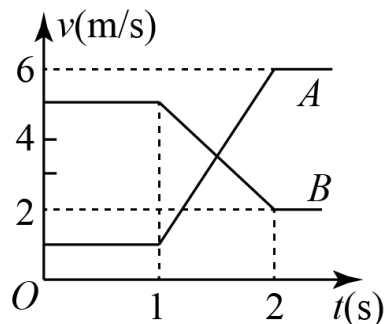
- A. 小物块动能增加 4J
- B. 小物块动量变化 $2\text{kg} \cdot \text{m/s}$
- C. 拉力 F 对小物块做的功为 6J
- D. 拉力 F 对小物块的冲量大小为 $2\text{N} \cdot \text{s}$

答案 BC

解析 A选项：由图可得， $0 - 2\text{s}$ 内，物体速度从 0 变为 2m/s ，则 $0 - 2\text{s}$ 内，小球动能的变化 $\Delta E_k = \frac{1}{2}mv^2 - 0 = \frac{1}{2} \times 1 \times 2^2 - 0\text{J} = 2\text{J}$ ，即 $0 - 2\text{s}$ 内，小物块动能增加 2J ，故A错误；
 B选项：由图可得， $0 - 2\text{s}$ 内，物体速度从 0 变为 2m/s ，则 $0 - 2\text{s}$ 内，小球动量的变化 $\Delta p = mv - 0 = 1 \times 2 - 0\text{kg} \cdot \text{m/s} = 2\text{kg} \cdot \text{m/s}$ ，故B正确；
 C选项：由图得， $0 - 2\text{s}$ 内，物体位移 $x = \frac{1}{2} \times 2 \times 2\text{m} = 2\text{m}$ ，据动能定理可得 $W_F + (-\mu mgx) = \Delta E_k$ ，解得： $0 - 2\text{s}$ 内，拉力 F 对小物块做的功 $W_F = 6\text{J}$ ，故C正确；
 D选项： $0 - 2\text{s}$ 内，物体速度从 0 变为 2m/s ，据动量定理可得： $I_F + (-\mu mgt) = \Delta p$ ，解得： $0 - 2\text{s}$ 内，拉力 F 对小物块的冲量大小为 $6\text{N} \cdot \text{s}$ ，故D错误。
 故选BC.

标注 【题型】 动量与动量守恒定律 > 动量定理 > 动量定理计算

16 A、B两物体在光滑水平面上沿同一直线运动，发生碰撞前后的 $v - t$ 图线如图所示，由图线可以判断 ()



- A. A 、 B 的动量变化量一定相同 B. A 、 B 的质量之比为5:3
 C. A 的动能增加量一定等于 B 的动能减少量 D. A 对 B 做多少负功， B 对 A 就做多少正功

答案 CD

解析 A选项：两物体碰撞过程 A 、 B 两物体动量变化量大小相等、方向相反，两物体动量变化量不同，故A错误；

B选项：由图示图象可知，碰撞前 A 、 B 的速度分别为： $v_A = 1\text{m/s}$ ， $v_B = 5\text{m/s}$ ，碰撞后 A 、 B 的速度分别为： $v_A' = 6\text{m/s}$ ， $v_B' = 2\text{m/s}$ ，

取碰撞前 A 的速度方向为正方向，由动量守恒定律得： $m_A v_A + m_B v_B = m_A v_A' + m_B v_B'$ ，解之： $m_A : m_B = 3 : 5$ ，故B错误；

C选项：设 A 的质量为 $3m$ ，则 B 的质量为 $5m$ ，碰撞过程 A 的动能增加量为：

$$\Delta E_{kA} = \frac{1}{2} m_A v_A'^2 - \frac{1}{2} m_A v_A^2 = \frac{1}{2} \times 3m \times 6^2 - \frac{1}{2} \times 3m \times 1^2 = 52.5m,$$

碰撞过程 B 的动能的减少量为：

$$\Delta E_{kB} = \frac{1}{2} m_B v_B^2 - \frac{1}{2} m_B v_B'^2 = \frac{1}{2} \times 5m \times 5^2 - \frac{1}{2} \times 5m \times 2^2 = 52.5m,$$

A 的动能增加量一定等于 B 的动能减少量，故C正确；

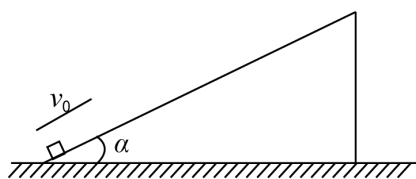
D选项：碰撞过程 A 、 B 间的作用力为作用力与反作用力，它们大小相等、方向相反，它们的位移大小相等，则 A 对 B 做多少负功， B 对 A 就做多少正功，故D正确。

故选CD.

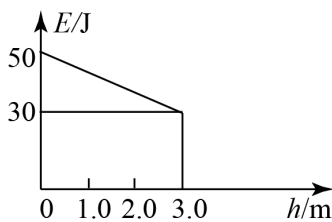
标注 【题型】 动量与动量守恒定律 > 动量守恒定律 > 一般碰撞问题

【知识点】 动量与动量守恒定律 > 动量守恒定律

- 17 如图甲所示，物体以一定初速度从倾角 $\alpha = 37^\circ$ 的斜面底端沿斜面向上运动，上升的最大高度为 3.0m ，选择地面为参考平面，上升过程中，物体的机械能 E_m 随高度 h 的变化如图乙所示。（ $g = 10\text{m/s}^2$ ， $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ ）。下列说法中正确的是（ ）



甲



乙

- A. 物体的质量 $m = 1\text{kg}$
- B. 物体可能静止在斜面顶端
- C. 物体上升过程的加速度大小 $a = 15\text{m/s}^2$
- D. 物体回到斜面底端时的动能 $E_k = 10\text{J}$

答案 AD

解析 A. 物体到达最高点时，机械能为： $E = E_P = mgh$ ，由图知： $E_P = 30\text{J}$ 。得：

$$m = \frac{E}{gh} = \frac{30}{10 \times 3} \text{kg} = 1\text{kg}, \text{故A正确；}$$

B. 物体上升过程中，克服摩擦力做功，机械能减少，减少的机械能等于克服摩擦力的功，

$$\Delta E = -\mu mg \cos \alpha \frac{h}{\sin \alpha}$$

即： $30 - 50 = -\mu \times 1 \times 10 \cos 37^\circ \times \frac{3}{\sin 37^\circ}$ ，得： $\mu = 0.5$ ；在斜面顶端，由于

$mg \sin \alpha > \mu mg \cos \alpha$ ，所以物体不可能静止在顶端。故B错误；

C. 物体上升过程中，由牛顿第二定律得： $mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha = ma$ ，得：

$$a = g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha = 10 \times 0.6 + 0.5 \times 10 \times 0.8 = 10\text{m/s}^2, \text{故C错误；}$$

D. 由图象可知，物体上升过程中摩擦力做功为： $W = 30 - 50 = -20\text{J}$ ，在整个过程中由动能定理得： $E_k - E_{k_0} = 2W$ ，则有： $E_k = E_{k_0} + 2W = 50 + 2 \times (-20) = 10\text{J}$ ，故D正确。

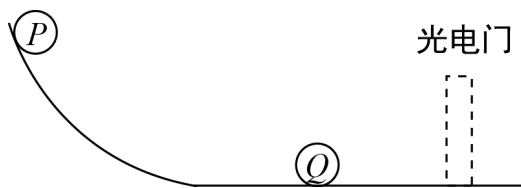
故选AD。

标注 【题型】机械能及其守恒定律 > 动能和动能定理 > 动能定理的基本应用

【题型】机械能及其守恒定律 > 能量守恒定律 > 能量守恒定律的应用

三、实验题

- 18 光电计时器是一种研究物体运动情况的常见仪器，当有物体从光电门通过时，光电计时器就可以显示物体的挡光时间，现利用如图所示装置验证动量守恒定律。两个小球P和Q直径相等，小球P从斜槽某处由静止释放后，与静止在水平槽上的小球Q发生碰撞，碰后不反弹，两球先后通过光电门，小球与槽间的摩擦可以忽略。



(1)

测得小球P和Q的质量分别为 m_P 和 m_Q ，小球P距水平槽的高度 h ，两小球通过光电门的时间分别为 Δt_1 和 Δt_2 ($\Delta t_1 > \Delta t_2$)，除此之外，还要测量两小球的直径 d ，直径测量所用的测量工具是 _____ (选填“毫米刻度尺”、“游标卡尺”)。(重力加速度 g 已知)

(2) 本实验最终要验证的数学表达式为：_____。(用题给符号和测量的物理量符号表示)

答案 (1) 游标卡尺

(2) $m_P\sqrt{2gh} = m_P\frac{d}{\Delta t_1} + m_Q\frac{d}{\Delta t_2}$

解析 (1) 由于小球的直径比较小，为了提高测量精度，需要使用游标卡尺测量。

(2) 根据机械能守恒定律可知：

$$m_Pgh = \frac{1}{2}m_Pv_P^2 \text{ 解得：} v_P = \sqrt{2gh};$$

两小球碰后经过光电门，根据平均速度表示瞬时速度可得：

$$v'_P = \frac{d}{\Delta t_1}$$

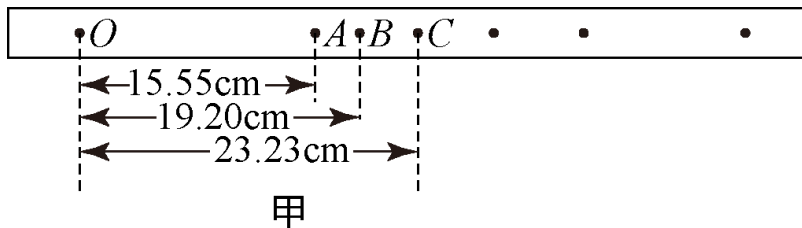
$$v'_Q = \frac{d}{\Delta t_2} \text{ 根据动量守恒定律可知，应验证的表达式为：}$$

$$m_P\sqrt{2gh} = m_P\frac{d}{\Delta t_1} + m_Q\frac{d}{\Delta t_2} .$$

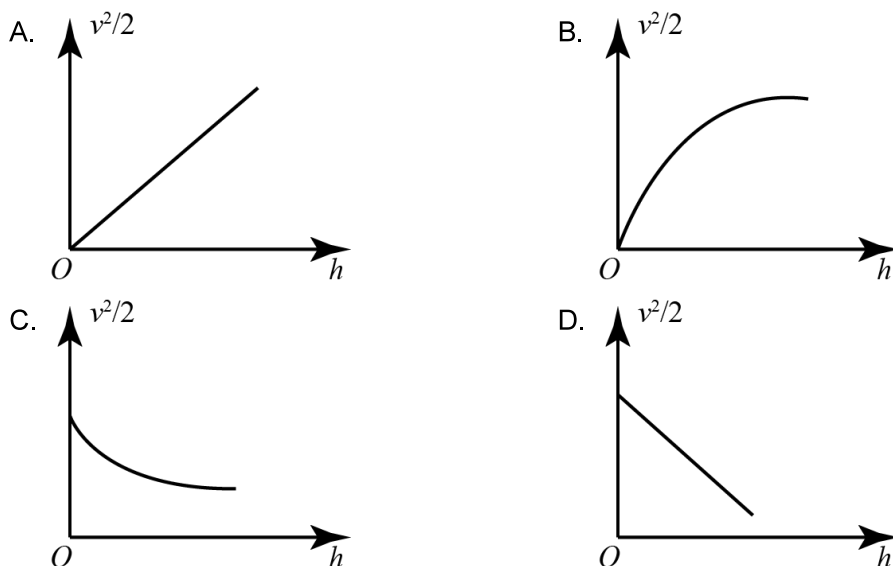
$$\text{故答案为：} m_P\sqrt{2gh} = m_P\frac{d}{\Delta t_1} + m_Q\frac{d}{\Delta t_2} .$$

标注 【知识点】 实验部分 > 验证动量守恒定律

19 用打点计时器验证机械能守恒定律的实验中，使质量为 $m = 1.00\text{kg}$ 的重物自由下落，打点计时器在纸带上打出一系列的点，选取一条符合实验要求的纸带如图所示。O为第一个点，A、B、C为从合适位置开始选取连续点中的三个点。已知打点计时器每隔 0.02s 打一个点，当地的重力加速度为 $g = 9.80\text{m/s}^2$ ，那么：



(1) 若测出纸带上所有各点到O点之间的距离，根据纸带算出各点的速度 v 及物体下落的高度 h ，则以为 $\frac{v^2}{2}$ 纵轴，以 h 为横轴画出的图象是图中的 ()



(2) 实验中对于使用打点计时器，下面说法正确的是 ()

- A. 应先释放纸带后接通电源 B. 应先接通电源后释放纸带
C. 打点计时器使用的电源为直流电源 D. 打点计时器使用的电源为交流电源

(3) 根据图上所得的数据，应取图中O点到 _____ 点来验证机械能守恒定律。

(4) 从O点到(1)问中所取的点，重物重力势能的减少量 $\Delta E_p =$ _____ J，动能增加量 $\Delta E_k =$ _____ J (结果取三位有效数字)。

答案

- (1) A
(2) BD
(3) B
(4) 1:1.88
2:1.84

解析

(1) 根据机械能守恒，有： $mgh = \frac{1}{2}mv^2$ ，解得 $\frac{1}{2}v^2 = gh$ ，则 $\frac{1}{2}v^2 - h$ 图线为过原点的倾斜直线，故A正确，BCD错误。

故选A。

(2) AB. 实验时应先接通电源，再释放纸带，故A错误，B正确。

CD. 打点计时器使用的电源为交流电源，故C错误，D正确。

故选BD。

(3) 根据图上所得的数据，应取图中O点到B点来验证机械能守恒定律。

故答案为：B。

(4) O 到 B 过程中,重物重力势能的减小量为: $\Delta E_p = mgh = 1 \times 9.8 \times 0.192\text{J} = 1.88\text{J}$,

$$B\text{点的速度为: } v_B = \frac{x_{AC}}{2T} = \frac{0.2323 - 0.1555}{0.04} \text{m/s} = 1.92\text{m/s},$$

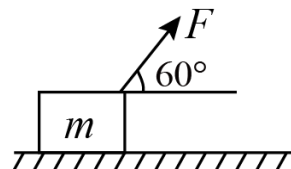
$$\text{则动能的增加量为: } \Delta E_k = \frac{1}{2}mv_B^2 = \frac{1}{2} \times 1 \times 1.92^2 \approx 1.84\text{J}.$$

故答案为: 1.88, 1.84.

标注 【知识点】 实验部分 > 验证机械能守恒定律

四、计算题 (共35分)

20 如图所示,一个 $m = 3\text{kg}$ 的物体静止在光滑的水平面上,受到与水平方向成 60° 角的力 F 作用, F 的大小为 9N , 经 2s 时间 ($g = 10\text{m/s}^2$), 求:



- (1) 力 F 的冲量大小.
- (2) 物体动量的改变量.
- (3) 力 F 在 2s 内对物体做的功.

答案 (1) $18\text{N} \cdot \text{s}$

(2) $9\text{kg} \cdot \text{m/s}$

(3) 13.5J

解析 (1) F 的冲量 $I = Ft = 9 \times 2 = 18\text{N} \cdot \text{s}$.

故答案为: $18\text{N} \cdot \text{s}$.

(2) 根据动量定理得: $\Delta p = F \cdot \cos 60^\circ t = 9 \times \frac{1}{2} \times 2 = 9\text{kg} \cdot \text{m/s}$.

故答案为: $9\text{kg} \cdot \text{m/s}$.

(3) $a = \frac{F \cos 60^\circ}{m} = \frac{9 \times \frac{1}{2}}{3} = \frac{3}{2}\text{m/s}^2$

$$\text{位移 } x = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times 4 = 3\text{m}$$

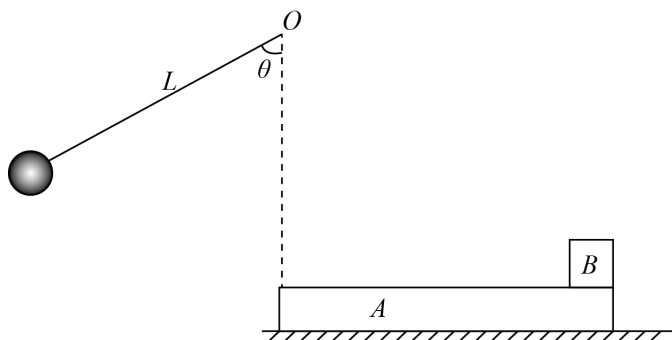
$$W = Fx \cos 60^\circ = 9 \times 3 \times \frac{1}{2} = 13.5\text{J}.$$

故答案为: 13.5J .

标注 【题型】 动量与动量守恒定律 > 动量定理 > 动量定理计算

【知识点】 动量与动量守恒定律 > 动量定理

21 如图所示，光滑水平地面上静止一质量为 $m_A = 3.0\text{kg}$ ，长 $d = 2.5\text{m}$ 的木板 A ，在木板 A 的最右端放一个质量 $m_B = 1.0\text{kg}$ 的小物块 B ，物块 B 与木板 A 间的动摩擦因数 $\mu = 0.3$ 。用长 1.6m 的轻绳悬挂一质量 $m_C = 3.0\text{kg}$ 的小球 C ，现将小球 C 拉至与竖直方向，夹角为 $\theta = 60^\circ$ 的位置静止释放，小球 C 摆到最低点时与长木板 A 发生弹性碰撞。求：（ g 取 10m/s^2 ，不计空气阻力）



- (1) 小球 C 与木板 A 碰后瞬间 A 的速度大小。
 (2) 物块 B 在木板 A 上滑动时，系统产生的内能。

答案 (1) 4m/s

(2) 6J

解析 (1) 设小球 C 刚摆到最低点时的速度为 v 。根据机械能守恒定律得：

$m_C g L (1 - \cos \theta) = \frac{1}{2} m_C v^2$ ， C 与 A 碰撞后速度分别为 v_1 和 v_2 。取向右为正方向，由动量守恒定律有：

$$m_C v = m_C v_1 + m_A v_2 .$$

$$\text{由动能守恒：} \frac{1}{2} m_C v^2 = \frac{1}{2} m_C v_1^2 + \frac{1}{2} m_A v_2^2 .$$

$$\text{解得：} v_1 = 0, v_2 = v = 4\text{m/s} .$$

故答案为： 4m/s 。

(2) 假设物块 B 未滑离木板 A ，达共同速度 v_3 。由动量守恒定律有： $m_A v_2 = (m_B + m_A) v_3$

$$\text{设相对路程为 } x, \text{ 由功能关系知：} \mu m_B g x = \frac{1}{2} m_A v_2^2 - \frac{1}{2} (m_B + m_A) v_3^2 .$$

解得： $x = 2\text{m} < d = 2.5\text{m}$ ，假设成立。

所以系统产生的内能为： $Q = \mu m_B g x$ 。

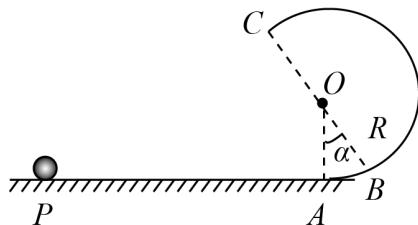
解得： $Q = 6J$.

故答案为： $6J$.

标注

【题型】 动量与动量守恒定律 > 动量守恒定律 > 类碰撞模型 > 板块碰撞模型

22 如图，在竖直平面内，一半径为 R 的光滑圆弧轨道 ABC 和水平轨道 PA 在 A 点相切。 BC 为圆弧轨道的直径。 O 为圆心， OA 和 OB 之间的夹角为 α ， $\sin \alpha = \frac{3}{5}$ ，一质量为 m 的小球沿水平轨道向右运动，经 A 点沿圆弧轨道通过 C 点，落至水平轨道；在整个过程中，除受到重力及轨道作用力外，小球还一直受到一水平恒力的作用，已知小球在 C 点所受合力的方向指向圆心，且此时小球对轨道的压力恰好为零。重力加速度大小为 g 。求：



- (1) 水平恒力的大小和小球到达 C 点时速度的大小 .
- (2) 小球到达 A 点时动量的大小 .
- (3) 小球从 C 点落至水平轨道所用的时间 .

答案

- (1) $\frac{3}{4}mg$; $\frac{\sqrt{5gR}}{2}$
- (2) $\frac{m\sqrt{23gR}}{2}$
- (3) $\frac{3}{5}\sqrt{\frac{5R}{g}}$

解析

(1) 设水平恒力的大小为 F_0 ，小球到达 C 点时所受合力的大小为 F 。由力的合成法则有

$$\frac{F_0}{mg} = \tan \alpha \text{ ①}$$

$$F^2 = (mg)^2 + F_0^2 \text{ ②}$$

设小球到达 C 点时的速度大小为 v ，由牛顿第二定律得

$$F = m \frac{v^2}{R} \text{ ③}$$

由①②③式和题给数据得

$$F_0 = \frac{3}{4}mg \text{ ④}$$

$$v = \frac{\sqrt{5gR}}{2} \text{ ⑤} .$$

(2) 设小球到达A点的速度大小为 v_1 ，作 $CD \perp PA$ ，交PA于D点，由几何关系得

$$DA = R \sin \alpha \text{ ⑥}$$

$$CD = R(1 + \cos \alpha) \text{ ⑦}$$

由动能定理有

$$-mg \cdot CD - F_0 \cdot DA = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 \text{ ⑧}$$

由④⑤⑥⑦⑧式和题给数据得，小球在A点的动量大小为

$$p = mv_1 = \frac{m\sqrt{23gR}}{2} \text{ ⑨}$$

(3) 小球离开C点后在竖直方向上做初速度不为零的匀加速运动，加速度大小为 g 。

设小球在竖直方向的初速度为 v_{\perp} ，从C点落至水平轨道上所用时间为 t 。由运动学公式

$$\text{有 } v_{\perp}t + \frac{1}{2}gt^2 = CD, v_{\perp} = v \sin \alpha \text{ ⑩}$$

$$\text{由 ⑤⑦⑩式和题给数据得 } t = \frac{3}{5}\sqrt{\frac{5R}{g}}$$

标注

【知识点】 动量与动量守恒定律 > 动量

【题型】 动量与动量守恒定律 > 动量 > 动量大小的计算