

姓名 _____ 座位号 _____
(在此卷上答题无效)

物 理

本试卷分第 I 卷(选择题)和第 II 卷(非选择题)两部分。第 I 卷第 1 至第 3 页,第 II 卷第 3 至第 6 页。全卷满分 100 分,考试时间 100 分钟。

考生注意事项:

1. 答题前,考生务必在试题卷、答题卡规定的地方填写自己的姓名、座位号。
2. 答第 I 卷时,每小题选出答案后,用 2B 铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑。如需改动,用橡皮擦干净后,再选涂其他答案标号。
3. 答第 II 卷时,必须使用 0.5 毫米黑色墨水签字笔在答题卡上书写,要求字体工整、笔迹清晰。必须在题号所指示的答题区域作答,超出答题区域书写的答案无效,在试题卷、草稿纸上答题无效。
4. 考试结束,务必将试题卷和答题卡一并上交。

第 I 卷(选择题 共 40 分)

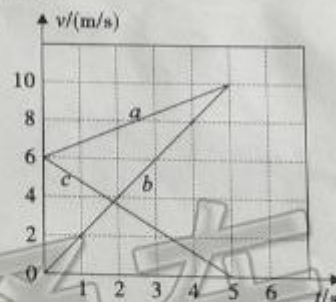
一、选择题。(本题共 10 小题,每小题 4 分,在每小题给出的四个选项中,第 1~6 题中只有一项符合题目要求,第 7~10 题有多项符合题目要求。全部选对的得 4 分,选对但不全的得 2 分,有选错的得 0 分。)

1. 一辆装满石块的货车在某段平直道路上遇到险情,司机以加速度 $a = \frac{3}{4}g$ 紧急刹车。货箱中石块 B 的质量为 $m = 400\text{kg}$, $g = 10\text{m/s}^2$, 则石块 B 周围与它接触的物体对石块 B 的作用力为



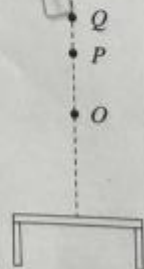
- √A. 3000N B. 4000N C. 5000N D. 7000N

2. 在平直公路上 a、b、c 三车同向行驶,在某段时间内它们的速度(v)-时间(t)图像如图所示,已知 $t=0$ 时刻, a、b 两车恰好相遇, c 车在 a、b 两车前方 25m 处,且 $t=0$ 时刻 a、c 两车速度相等; $t=5\text{s}$ 时刻 a、b 两车速度相等, c 车速度恰好为零。下列说法正确的是



- A. 0~5s 内, a 车的加速度大于 c 车的加速度 ×
B. 0~5s 内, b、c 两车的距离先减小后增大
C. $t=5\text{s}$ 时, a、b 两车相距 30m ×
√D. $t=5\text{s}$ 时, a、c 两车恰好相遇

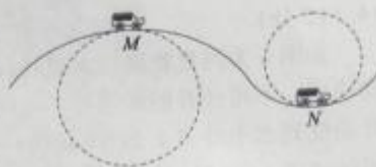
3. 如图所示,某次蹦床运动员竖直向上跳起后,在向上运动的过程中依次通过 O、P、Q 三点,这三个点距蹦床的高度分别为 5m、7m、8m,并且从 O 至 P 所用时间和从 P 至 Q 所用时间相等,已知重力加速度 $g = 10\text{m/s}^2$,蹦床运动员可以上升的最大高度(距离蹦床)



- A. 8.125m
√B. 9.125m
C. 10.5m
D. 11.5m

【C-021】物理试卷 第 1 页(共 6 页)

4. 如图所示,为一辆越野车在比赛时经过一段起伏路段, M 、 N 分别为该路段的最高点和最低点,已知在最高点 M 附近汽车所走过的那一小段圆弧可认为是圆周运动的一部分,其对应半径为 R ,在最低点 N 附近对应圆周运动的半径为 $\frac{2}{3}R$,假设汽车整个运动可近似认为速率不变,汽车经过最高点 M 时对轨道的压力为汽车自重的 0.9 倍,那么汽车经过最低点 N 时对轨道的压力为自重的



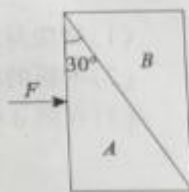
- A. 1.1 倍 B. 1.15 倍 C. 1.2 倍 D. 1.25 倍

5. 如图所示,一小船从河岸上的 P 点过河,已知河水流速 $v=3\text{m/s}$,第一次过河时,小船在静水中的速度为 $v'=4\text{m/s}$,且小船以最短时间过河,刚好到达对岸的 Q 点;第二次过河时,小船在静水中的速度为 $v''=5\text{m/s}$,且小船仍从 P 点出发,第二次小船过河所用时间与第一次相同,下列说法正确的是



- A. 第二次小船过河到达对岸时一定在 Q 点的左侧
 B. 第二次小船过河到达对岸时一定在 Q 点的右侧
 C. 第二次小船过河时有可能到达 P 点的正对岸
 D. 第二次小船过河时有可能到达 P 点正对岸的左侧

6. 如图所示(俯视图),两个完全相同的横截面为直角三角形的三棱体拼在一起放在光滑水平面上,其中锐角为 30° 。现对其中的三棱体 A 施加一垂直于侧面,大小恒为 F 的水平推力,三棱体 A 和 B 一起相对静止地开始在水平面上运动,已知 A 、 B 间的最大静摩擦力等于滑动摩擦力。下列说法正确的是



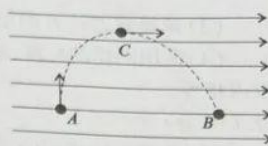
- A. 三棱体 A 对 B 的弹力大小为 $\frac{\sqrt{3}}{2}F$
B. 三棱体 A 对 B 的摩擦力大小为 $\frac{1}{2}F$
C. 若增大对 A 的水平推力, A 、 B 有可能会相对滑动
 D. 若仅增大 B 的质量且 B 的形状体积均不变,则 A 对 B 的摩擦力会增大

7. 天问一号已于 2020 年 7 月 23 日在中国文昌航天发射场由长征五号遥四运载火箭发射升空,成功进入预定轨道。天问一号将完成“环绕”、“着陆”、“巡视”火星这三大任务。已知日地间距约为 1.5 亿公里,火星直径约为地球的一半,质量约为地球的 11%,两者每隔 26.3 个月相遇(相距最近)一次。将火星和地球绕太阳的运动均视为圆周运动,不考虑火星和地球间的万有引力。下列说法正确的是



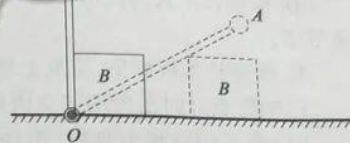
- A. 天问一号的发射速度必须大于地球的第一宇宙速度小于第二宇宙速度
 B. 火星表面的“重力加速度”大于地球表面的重力加速度
 C. 由上述材料和天文学常识可以估算出火星公转的周期
 D. 由上述材料和天文学常识可以估算出火星到太阳之间的距离

8. 如图, 将一个质量为 m 的小球在 A 点以一定的初动能 E_k 竖直向上抛出, 已知小球运动过程中受到水平方向恒定的风力作用, 小球运动到最高点 C 时的水平位移是 x_0 , 动能变为原来的一半, 下列说法正确的是



- A. 小球所受风力的大小是其重力的 $\frac{\sqrt{2}}{2}$ 倍
- B. 小球能达到的最大高度 H 是 x_0 的 $\frac{\sqrt{2}}{2}$ 倍
- C. 小球再次落回到与 A 点等高的 B 点时, 水平位移是 $2x_0$
- D. 小球再次落回到与 A 点等高的 B 点时, 动能是 $3E_k$

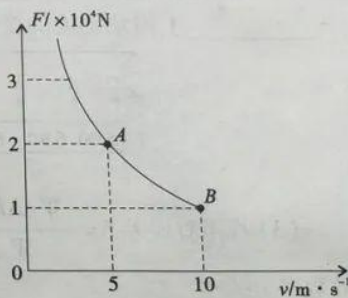
9. 如图, 一根长为 $3L$ 的光滑轻杆, 一端用铰链固定于地面 O 点, 另一端固定一质量为 m 的小球 A , 轻杆紧贴着边长为 L , 质量也为 m 的光滑小立方体方块 B , 开始时轻杆处于竖直状态, 受到轻微扰动, 轻杆开始顺时针转动, 推动方块沿地面向右滑至图示位置 (杆与地面夹角为 $\theta = \frac{\pi}{6}$) 时, 设小球的速度和方块的速度分别为 v_A, v_B , 已知重力加速度为 g , 则



- A. $v_A = \frac{3}{5}v_B$
- B. $v_A = \frac{3}{4}v_B$
- C. 转动过程中小球 A 机械能守恒

D. 根据能量守恒可以求出此时小球的速度和方块的速度 v_A, v_B 大小

10. 一辆汽车在平直的路面上汽车发动机以恒定功率由静止开始行驶, 设所受阻力大小不变, 其牵引力 F 与速度 v 的关系如图所示, 加速过程在图中 B 点结束, 所用的时间 $t = 10s$, 经历的路程 $s = 60m$, $10s$ 后汽车做匀速运动。由以上数据可知



- A. 汽车所受的摩擦力 $1 \times 10^4 N$
- B. 汽车运动过程中发动机功率为 $1 \times 10^5 W$
- C. 汽车的质量为 $8 \times 10^4 kg$
- D. 汽车加速度为 $5m/s^2$ 时车的速度大小为 $2m/s$

第 II 卷 (非选择题 共 60 分)

考生注意事项:

请用 0.5 毫米黑色签字笔在答题卡上作答, 在试题卷上答题无效。

二、实验题 (共 15 分)

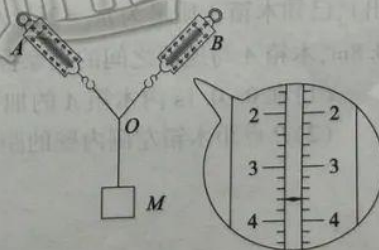
11. (5 分)

如图所示, 某同学用两个弹簧测力计和一个重物验证“力的平行四边形定则”。具体操作步骤如下:

(1) 先用一个弹簧测力计通过一细线悬挂重物 M , 记录弹簧秤示数 F 和竖直方向;

(2) 再用两个弹簧测力计通过细线悬挂同一重物 M , 记录

O 点的位置、两弹簧测力计的示数 F_1, F_2 和夹角 α ;



(3) 弹簧测力计 B 的示数为 3.6 N;

(4) 选用同样的标度, 按照平行四边形定则做出 F_1 、 F_2 的合力 F' , 比较 F' 和 F 是否在误差允许的范围内相等。

12. (10 分)

某同学用图甲所示的实验装置验证动能定理, 具体实验步骤如下:

A. 按图甲所示安装器材, 调整垫块的位置, 使长木板的倾角大小适当;

B. 接通电源, 调整小盘中沙子的质量, 轻推滑块, 使滑块恰好能匀速下滑;

C. 取下细绳和小盘, 用天平称出小盘和盘中沙子的总质量 m 和滑块的质量 M ;

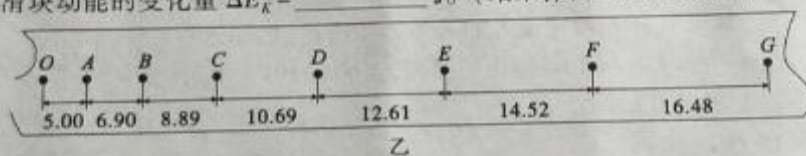
D. 保持长木板的倾角不变, 接通电源, 由静止释放滑块, 打出一条纸带;

E. 改变长木板倾角, 重复上述实验步骤。

已知打点计时器所用的交流电源的频率是 50Hz, 重力加速度 $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ 。

(1) 取下细绳和小盘后, 滑块下滑过程中受到的合外力 F _____ (填“大于”、“小于”或“等于”) mg ;

(2) 在某次操作中, $m = 30 \text{ g}$, $M = 150 \text{ g}$, 打出的一条纸带如图乙所示, 每隔 4 个点选取一个计数点, 相邻计数点之间的距离已经标注在纸带上 (单位是 cm), 则打下 A 点时滑块的速度为 _____ m/s , 打下 F 点时滑块的速度为 _____ m/s 。从打下 A 点到打下 F 点的过程中, 滑块受到合外力做的功 $W =$ _____ J, 滑块动能的变化量 $\Delta E_k =$ _____ J。(结果保留三位有效数字)



(3) 若相对误差 $\delta = \frac{|W - \Delta E_k|}{W} \times 100\%$, 则本次实验的相对误差 $\delta =$ _____ %。(结果保留三位有效数字)

效数字)

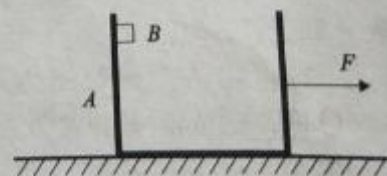
三、计算题: (本题共 3 小题, 共 45 分。按题目要求作答。解答题应写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤。只写出最后答案的不能得分。有数值计算的题, 答案中必须明确写出数值和单位。)

13. (12 分)

如图所示, 一上方开口空心箱体 A 静置在粗糙水平面上, 木箱内有一小物块 B 用手扶住紧贴竖直侧壁, 在 $t = 0$ 时刻撤去手, 同时用一大小为 24N、水平向右的力 F 作用在本箱上, 之后小物块 B 能够相对于 A 静止, 在 $t = 0.1 \text{ s}$ 时突然撤去力 F , 又过了一段时间后小物块 B 落在木箱的底面上的 P 点 (图中未画出), 已知木箱 A 质量为 $m_1 = 2 \text{ kg}$, 小物块 B 质量为 $m_2 = 1 \text{ kg}$, 小物块 B 开始时距木箱 A 底面的高度为 $h = 0.8 \text{ m}$, 木箱 A 与地面之间的动摩擦因数为 $\mu = 0.2$, 重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$, 求:

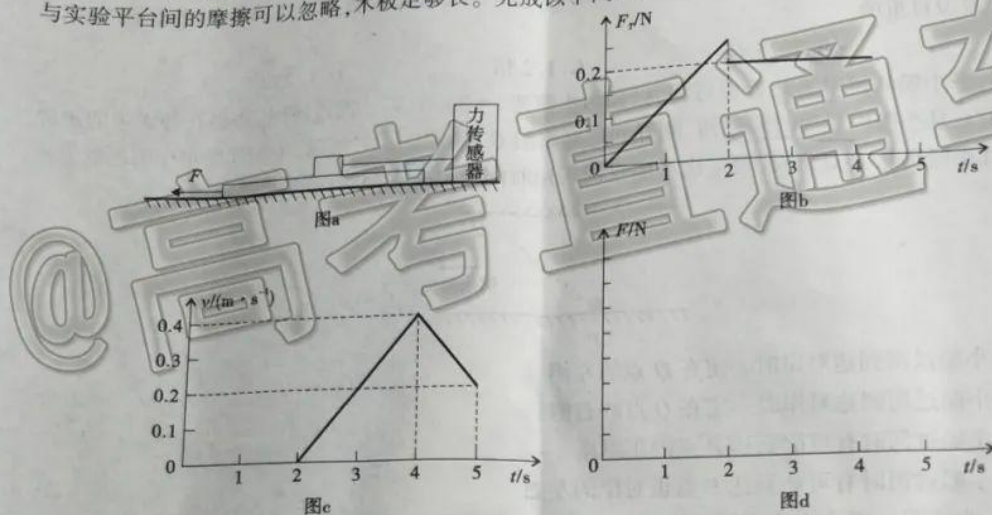
(1) 在 $0 \sim 0.1 \text{ s}$ 内木箱 A 的加速度 a ;

(2) P 点距木箱左侧内壁的距离 s 。



14. (15分)

如图 a 为测量物块和木板间较小动摩擦因数和木板质量的实验装置,物块和木板叠放在实验台上,物块用一不可伸长的细绳与固定在实验台上的拉力传感器相连,细绳水平,在某时刻(记为 $t=0$),木板开始受到水平外力 F 的作用,在 $t=4\text{s}$ 时撤去 F ,细绳对物块的拉力 F_T 随时间变化图线如图 b 所示,木板的速度 v 随时间 t 变化的关系如图 c 所示。已知物块的质量 $m=0.5\text{kg}$,重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$,木板与实验平台间的摩擦可以忽略,木板足够长。完成以下问题:

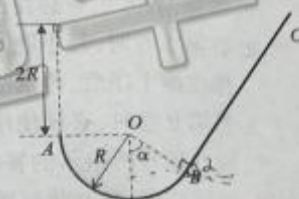


- (1) 物块与木板间的动摩擦因数 μ ;
- (2) 木板的质量 M 及 2s 到 4s 阶段拉力 F 大小;
- (3) 在图 d 中画出拉力 F 随时间变化的图线(请在图中标出对应的数值)。

15. (18分)

如图所示,竖直面内一光滑圆弧轨道 AB 与足够长的斜面轨道 BC 相切于 B 点,圆弧轨道半径为 R , O 为其圆心, A 为圆弧轨道左侧最高点且 OA 连线水平, OB 连线与竖直方向之间的夹角 $\alpha = 60^\circ$, 质量为 m 的小滑块从距 A 点正上方 $2R$ 处由静止释放,从 A 点进入圆弧轨道。已知斜面 BC 和小滑块间动摩擦因数 $\mu = \frac{\sqrt{3}}{2}$, 重力加速度为 g , 求:

- (1) 小滑块第一次沿 BC 上升的最大位置离 B 点的距离;
- (2) 小滑块第二次经过圆弧轨道最低点时对轨道的压力大小;
- (3) 小滑块在第几次经过圆弧轨道最低点时对轨道压力开始小于 $3mg$ 。



高三物理参考答案

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
答案	C	D	A	B	C	B	D	CD	BD	AD	BD	ABD

1.C【解析】当货车刹车时，在竖直方向，其他物体对石块 B 的作用力 $F_y = mg = 4000\text{N}$ ，在水平方向，

其他物体对石块 B 的作用力 $F_x = ma = 3000\text{N}$ ，故作用力 $\vec{F} = \vec{F}_x + \vec{F}_y = 5000\text{N}$ ，选 C。

2.D【解析】0~5s 内，a 车加速度大小为 $\frac{4}{5}\text{m/s}^2$ ，c 车加速度大小为 $\frac{6}{5}\text{m/s}^2$ ，所以 a 车的加速度小于 c 车的加速度，A 错误；0~5s 内，b、c 两车的距离先增大后减小，B 错误； $t=5\text{s}$ 时，a、b 两车相距 15m，C 错误；0~5s 内，a 车位移为 40m，c 车位移为 15m，a 比 c 多走 25m，正好等于 $t=0$ 时刻 a、c 两车相距的距离，所以两车正好相遇，D 正确。

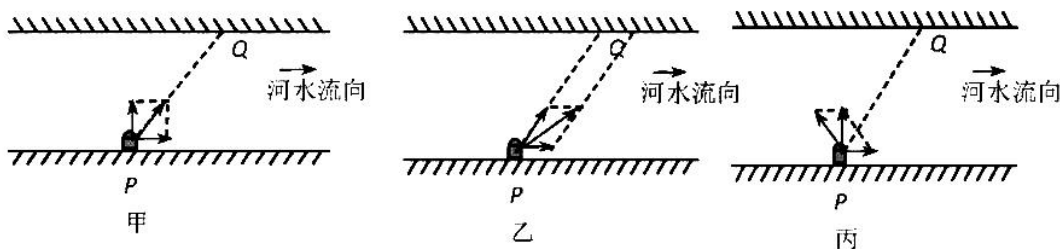
3.A【解析】由题意可知 $\overline{OP} = 2\text{m}$ ， $\overline{PQ} = 1\text{m}$ ，根据 $\Delta x = gT^2$ ，可知运动员从 O 至 P 所用时间为 $T = \sqrt{\frac{1}{10}}\text{s}$ ，

过 P 点时的速度为 $v_P = \frac{\overline{OQ}}{2T}$ ，设最高点距 P 点的高度为 h ， $2gh = v_P^2$ ，解得 $h = 1.125\text{m}$ ，最高点距蹦床的高度 $H = 7\text{m} + h = 8.125\text{m}$ ，A 正确。

4.B【解析】在最高点 M 对汽车分析可得， $G - F_M = m\frac{v^2}{R}$ ，已知 $F_M = 0.9G$ ，可解得： $m\frac{v^2}{R} = 0.1G$ ，在

最低点 N 对汽车分析可得， $F_N - G = m\frac{v^2}{2R}$ ，所以 $F_N = G + \frac{3}{2}m\frac{v^2}{R} = G + \frac{3}{2} \cdot 0.1G = 1.15G$ ，故 B 正确。

5.C【解析】如图甲所示，小船第一次过河所用时间最短，所以此时小船船头垂直河岸，小船合速度恰好是 5m/s ，小船第二次过河时所用时间相同，且小船在静水的速度又恰好是 5m/s ，所以此时小船船头可能斜向左上，也可能斜向右上，并且垂直分量为 4m/s 如图乙、丙所示，且在丙图中合速度方向恰好垂直于河岸，所以 C 正确，A、B、D 错误。



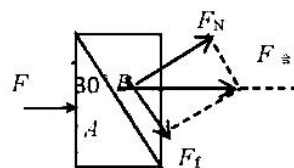
6. B【解析】对题图甲，设物体 A 的质量为 M ，由机械能守恒定律可得，弹簧压缩 x 时弹性势能 $E_p = \frac{1}{2}Mv_0^2$ ；对题图乙，物体 A 以 $2v_0$ 的速度向右压缩弹簧，物体 A、B 组成的系统动量守恒，弹簧达到最大压缩量时，物体 A、B 二者速度相等，由动量守恒定律有 $M \cdot 2v_0 = (M+m)v$ ，由能量守恒定律有 $E_p = \frac{1}{2}M(2v_0)^2 - \frac{1}{2}(M+m)v^2$

$m)v^2$ ，联立解得 $M=3m$ ， $E_p=\frac{3}{2}mv_0^2$ ，只有选项 B 正确。

7.D【解析】现对 A、B 整体分析， $F=2ma$ ，然后隔离 B 分析，如图所示。

B 所受摩擦力 F_f 和弹力 F_N 的合力 $F_{\text{合}}$ ，满足 $F_{\text{合}}=ma$ ， $F_{\text{合}}=\frac{F}{2}$ ，由力的

合成的几何关系可知， $F_N=\frac{\sqrt{3}}{4}F$ ， $F_f=\frac{1}{4}F$ ，所以 AB 选项都错误；根



据前面受力分析可知，A、B 间的动摩擦因数至少为 $\frac{\sqrt{3}}{3}$ 。假设 F 增大时，A、

B 仍然相对静止，受力分析可知， F_f ， F_N 会同比例增大，所以无论用多大的力，A、B 都不会出现相对滑

动，C 错误。若增大 B 的质量， $F_{\text{合}}=\frac{F}{m_A+m_B}m_B$ 增大， F_f ， F_N 会同比例增大，D 正确。

8.CD【解析】天问一号的发射速度必须大于地球的第二宇宙速度，故 A 错误；由 $g=\frac{GM}{R^2}$ 可知火星表面的“重力加速”小于地球表面的重力加速度，B 错误；利用行星的追击相遇问题可求得两次相遇的时间间隔

$t=\frac{T_1T_2}{T_1-T_2}$ ，结合材料可以求出火星绕太阳运行的周期 T_2 ，再利用开普勒第三定律可求出火星到太阳之间

的距离，选项 CD 正确。

9.BD【解析】根据电场的叠加原理和 A、B 两点的对称性，A、B 两点的电场强度大小相等方向相反，电势相等，选项 A 错误，B 正确。如果 A、B 离 O 点足够远，A、B 两点的电场强度近似为零，而对于 O 点，两个 $+q$ 和两个 $-2q$ 分别关于 O 点对称，O 点处电场强度也为零，所以带电粒子从 B 点到 O 点或者从 A 点到 O 点，电场强度都是先增大后减小，由 $ma=qE$ ，加速度也先增大后减小；如果 A、B 离 O 点比较近，加速度可能会一直减小，选项 C 错误，D 正确。

10.AD【解析】设水平方向因风力产生的加速度为 a ，则 $v_x=at$ ，竖直方向 $-v_0=-gt$ ，由题可知小球在 C

点的速度是 A 点速度的 $\frac{\sqrt{2}}{2}$ 倍，即 $\frac{a_x}{g}=\frac{v_x}{v_0}=\frac{\sqrt{2}}{2}$ ，小球所受风力的大小是其重力的 $\frac{\sqrt{2}}{2}$ 倍，A 正确；由

$x=\frac{v_x}{2}t$ ， $H=\frac{v_0}{2}t$ 得，小球能达到的最大高度 H 是 x_0 的 $\sqrt{2}$ 倍，B 错误；从 C 点到 B 点，可知 C、B 间的水平距离为 $3x_0$ ，A、B 间的水平距离为 $4x_0$ ，电场力做的功为 $2E_k$ ，故从 A 点到 B 点，由动能定理可求得到达 B 点时的动能为 $3E_k$ ，D 正确，C 错误。

11. BD【解析】A 和 B 速度关系满足： $\frac{v_A}{3L}=\frac{v_B \sin \frac{\pi}{6}}{L}$ ，得出： $v_A=\frac{3}{4}v_B$ ，A 错误 B 正确。对于 A、B 组成的系统，由机械能守恒得 $mg \times 3L \sin \frac{\pi}{6}=\frac{1}{2}mv_A^2+\frac{1}{2}mv_B^2$ ，联立上式解得 $v_A=\frac{3}{5}\sqrt{3gL}$ ，

$$v_B = \frac{4}{5}\sqrt{3gL}, \text{ D 正确。故选 AD。}$$

12. ABD【解析】由图象可知，摩擦力 $f=1 \times 10^4 \text{N}$ ，匀速速度 $v_m=10 \text{m/s}$ ，汽车的功率 $P=fv_m=1 \times 10^5 \text{W}$ ；

AB 正确；加速过程，由动能定理，得： $Pt - fs = \frac{1}{2}mv^2$ ，解得 $m=8 \times 10^3 \text{kg}$ ，C 错误。当 $a=5 \text{m/s}^2$ 时，设车

的速度 v ，根据牛顿第二定律： $\frac{P}{v} - f = ma$ 解得 $v=2 \text{m/s}$ ，D 正确。

13. (5 分)

(1) a (1 分) (2) ①B (2 分)；②电流 (1 分)；小 (1 分)

【解析】(1) 为保护电流表，实验开始前，应将滑片 P 移至电阻最大的 a 端。(2) ①当 S_2 接 1 位置时，可把电压表与电源看作一个等效电源，根据闭合电路欧姆定律 $E=U_{\text{测}}$ 可知，电动势和内阻的测量值均小于真实值，所以作出的 $U-I$ 图线应是 B 线；②测出的电池电动势 E 和内阻 r 存在系统误差，原因是电压表的分流，结果使电流表的示数偏小。

14. (10 分)

(1) 等于 (2 分)；

(2) 0.595 (2 分)；1.55 (2 分)；0.158 (1 分)；0.154 (1 分)

(3) 2.53% (2 分)

【解析】(1) 轻推滑块，使滑块带动小盘匀速运动，根据平衡条件可知滑块受到的重力沿斜面向下的分力与摩擦阻力的合力大小等于小盘及盘内沙子的总重量，即 $F=mg$ ；相邻两计数点之间的时间间隔 $T=0.1 \text{s}$ ，

打下 A 点时滑块的速度 $v_A = \frac{(5.00+6.90) \times 10^{-2}}{2 \times 0.1} \text{m/s} = 0.595 \text{m/s}$ ，同理打 F 点时速度 $v_F = 1.55 \text{m/s}$ ；滑块

从打 A 点到打 F 点合外力做的功 $W = Fs = 0.158 \text{J}$ ，动能的变化量 $\Delta E_k = \frac{1}{2}Mv_F^2 - \frac{1}{2}Mv_A^2 = 0.154 \text{J}$ ；

$$(3) \delta = \frac{|W - \Delta E_k|}{W} \times 100\% = \frac{|0.158 - 0.154|}{0.158} = 2.53\%$$

15. (10 分)

(1) 以 A 、 B 整体为研究对象，受力分析可知：

$$F - \mu(m_1 + m_2)g = (m_1 + m_2)a \quad (1 \text{分})$$

可解得 $a = 6 \text{m/s}^2$ (1 分)

故木箱 A 的加速度为 6m/s^2

(2) $t = 0.1 \text{s}$ 时，刚撤去 F 时， A 和 B 的速度为 $v = at = 0.6 \text{m/s}$ (1 分)

撤去 F 后物块 B 做平抛运动，木箱 A 做匀减速直线运动，

$$\text{对 B 有：} h = \frac{1}{2}gt'^2 \quad (1 \text{分})$$

$$x = vt' \quad (1 \text{分})$$

可解得: $t' = 0.4\text{s}$ (1分) $x = 0.24\text{m}$ (1分)

木箱 A 做减速运动的加速度为 $a' = \mu g = 2\text{m/s}^2$ (1分)

可求得木箱 A 减速至零需要时间 $t'' = \frac{v}{a'} = 0.3\text{s} < t'$ (1分)

可见木箱 A 停下来之后小物块才落到 P 点, 这个过程中木箱 A 所有距离为 $x' = \frac{v^2}{2a'} = 0.09\text{m}$ (1分)

这个过程 B 相对 A 运动的水平距离即为 P 点距木箱左侧内壁的距离 $s = x - x' = 0.15\text{m}$ (1分)

16. (12分)

(1) 由图 b 可知, 在 0~2s 内木板处于静止状态, 由二力平衡可知, F 的大小与 F_f 时刻相等; 在 2s~4s 时间内, 由图 c 可以知道, 木板开始运动, 物块和木板间的滑动摩擦力为 0.2N,

$$\text{由 } F_f = \mu mg \dots\dots\dots \text{①}$$

得 $\mu = 0.04$ (2分)

(2) 由图 c 可知, 在 2s~4s 时间内, 木板做匀加速运动, 其加速度

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = 0.2\text{m/s}^2 \dots\dots\dots \text{② (1分)}$$

撤去外力后, 木板只在摩擦力作用下减速, 则 $F_f = Ma' \dots\dots\dots \text{③ (1分)}$

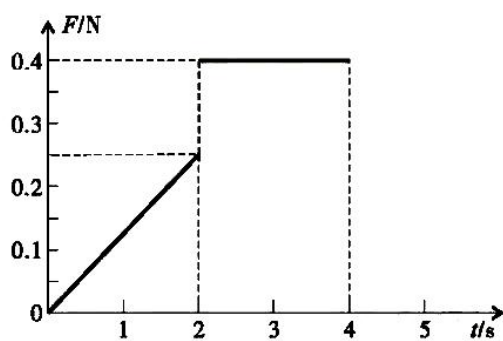
$$\text{由 } a' = \frac{\Delta v'}{\Delta t} = 0.2\text{m/s}^2, \text{ (1分)}$$

且 $F_f = 0.2\text{N}$, 可得 $M = 1\text{kg} \dots\dots\dots \text{(1分)}$

对木板有: $F - F_f = Ma \dots\dots\dots \text{④ (1分)}$

可知 F 大小恒定, $F = 0.4\text{N}$ (1分)

(3) F 随时间变化的规律如图所示 (4分)



图d

17. (15分)

【解析】(1) 设小滑块第一次在斜面上上升的最大位置距 B 点的距离为 s_1 ，从开始下落至最高点由动能定理可得：

$$mg(3R - \frac{R}{2} - s_1 \sin 60^\circ) - \mu mgs_1 \cos 60^\circ = 0, \quad (1 \text{分})$$

$$\text{解得 } s_1 = \frac{10\sqrt{3}}{9}R \quad (1 \text{分})$$

(2) 从最高点开始第二次经过圆弧轨道最低点的过程，由动能定理可得：

$$mg(\frac{R}{2} + s_1 \sin 60^\circ) - \mu mgs_1 \cos 60^\circ = \frac{1}{2}mv^2 \quad (1 \text{分})$$

$$\text{解得 } v = \sqrt{\frac{8gR}{3}} \quad (1 \text{分})$$

在最低点由牛顿第二定律可得 $F_N - mg = \frac{mv^2}{R}$ (1分)

$$\text{解得 } F_N = \frac{11mg}{3}$$

根据牛顿第三定律小滑块对轨道压力 $F_N' = F_N = \frac{11mg}{3}$ (1分)

(3) 设小滑块第一次滑上斜面时的速度为 v_1 ，上滑时的加速度为 a_1 ，第一次滑下斜面时的速度为 v_1' ，下滑时的加速度为 a_2 ，对小滑块受力分析可得，

$$a_1 = g \sin 60^\circ + \mu g \cos 60^\circ = \frac{3\sqrt{3}}{4}g \quad (1 \text{分})$$

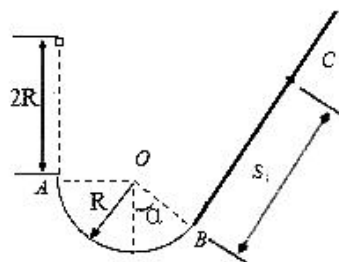
$$a_2 = g \sin 60^\circ - \mu g \cos 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{4}g \quad (1 \text{分})$$

$$2a_1s_1 = v_1^2, \quad 2a_2s_1 = v_1'^2 \quad \text{联立可解得 } \frac{v_1}{v_1'} = \sqrt{3} \quad (1 \text{分})$$

设小滑块第 n 次滑上斜面时的速度为 v_n ，第 n 次滑下斜面时的速度为 v_n' ，同理可得 $\frac{v_n}{v_n'} = \sqrt{3}$

第 n 次滑上斜面时的速度为 v_n 即为第 $n-1$ 次滑下斜面的速度 v_{n-1}' ，

$$\text{综上所述： } v_n' = \frac{v_1}{(\sqrt{3})^n} \quad (1 \text{分})$$



根据动能定理 $mg(2R + \frac{R}{2}) = \frac{1}{2}mv_1^2$

可解得 $v_1 = \sqrt{5gR}$ (1分)

设当小滑块在最低点速度为 $v_{\text{临}}$ 时对轨道压力刚好为 $3mg$,

有牛顿第二定律可得 $3mg - mg = m\frac{v_{\text{临}}^2}{R}$

可解得 $v_{\text{临}} = \sqrt{2gR}$ (1分)

从最低点至 B 点再列动能定理: $\frac{1}{2}mv_{\text{临}}^2 = mg\frac{R}{2} + \frac{1}{2}mv_B^2$

$v_B = \sqrt{gR}$ (1分)

所以当 $v'_n < v_B$ 时, 可知其下滑至最低点时最轨道的压力小于 $3mg$,

$v'_n = \frac{v_1}{(\sqrt{3})^n} < \sqrt{gR}$, 解得 $n=2$ (1分)

可知当下滑块第 4 次经过圆弧轨道最低点时对轨道压力小于 $3mg$ (1分)



关于我们

自主选拔在线（原自主招生在线）创办于 2014 年，历史可追溯至 2008 年，隶属北京太星网络科技有限公司，是专注于**中国拔尖人才培养**的升学咨询在线服务平台。主营业务涵盖：新高考、学科竞赛、强基计划、综合评价、三位一体、高中生涯规划、志愿填报等。

自主选拔在线旗下拥有网站门户、微信公众平台等全媒体矩阵生态平台。平台活跃用户达百万量级，网站年度流量超 1 亿量级。用户群体涵盖全国 31 省市，全国超 95% 以上的重点中学老师、家长及考生，更有许多重点高校招办老师关注，行业影响力首屈一指。

自主选拔在线平台一直秉承“专业、专注、有态度”的创办公念，不断探索“K12 教育+互联网+大数据”的运营模式，尝试基于大数据理论为广大中学和家长提供中学拔尖人才培养咨询服务，为广大高校、中学和教研单位提供“衔接和桥梁纽带”作用。

平台自创办以来，为众多重点大学发现和推荐优秀生源，和全国数百所重点中学达成深度战略合作，累计举办线上线下升学公益讲座千余场，直接或间接帮助数百万考生顺利通过强基计划（自主招生）、综合评价和高考，进入理想大学，在家长、考生、中学和社会各界具有广泛的口碑影响力，2019 年荣获央广网“年度口碑影响力在线教育品牌”。

未来，自主选拔在线将立足于全国新高考改革，全面整合高校、中学及教育机构等资源，依托在线教育模式，致力于打造更加全面、专业的**新高考拔尖人才培养**服务平台。



 微信搜一搜

 自主选拔在线