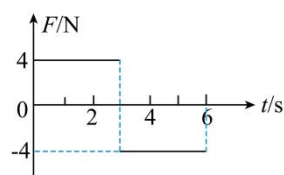


专题 16 动量（原卷版）

近 5 年（2018-2022）高考物理试题分类解析

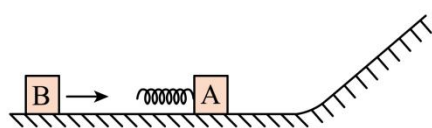
1、（2022·全国乙卷·T20）质量为 1kg 的物块在水平力 F 的作用下由静止开始在水平地面上做直线运动， F 与时间 t 的关系如图所示。已知物块与地面间的动摩擦因数为 0.2 ，重力加速度大小取 $g = 10\text{m/s}^2$ 。则（ ）



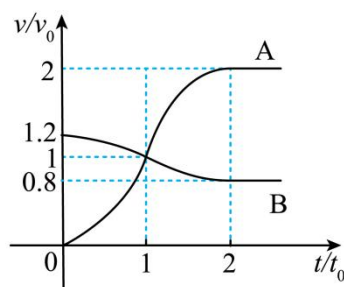
- A. 4s 时物块的动能为零
- B. 6s 时物块回到初始位置
- C. 3s 时物块的动量为 $12\text{kg} \cdot \text{m/s}$
- D. $0 \sim 6\text{s}$ 时间内 F 对物块所做的功为 40J

2、（2022·全国乙卷·T25）如图（a），一质量为 m 的物块 A 与轻质弹簧连接，静止在光滑水平面上；物块 B 向 A 运动， $t=0$ 时与弹簧接触，到 $t=2t_0$ 时与弹簧分离，第一次碰撞结束，A、B 的 $v-t$ 图像如图（b）所示。已知从 $t=0$ 到 $t=t_0$ 时间内，物块 A 运动的距离为 $0.36v_0t_0$ 。A、B 分离后，A 滑上粗糙斜面，然后滑下，与一直在水平面上运动的 B 再次碰撞，之后 A 再次滑上斜面，达到的最高点与前一次相同。斜面倾角为 θ ($\sin \theta = 0.6$)，与水平面光滑连接。碰撞过程中弹簧始终处于弹性限度内。求

- （1）第一次碰撞过程中，弹簧弹性势能的最大值；
- （2）第一次碰撞过程中，弹簧压缩量的最大值；
- （3）物块 A 与斜面间的动摩擦因数。

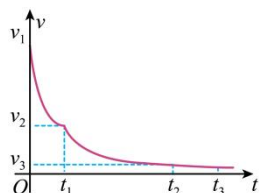


图（a）



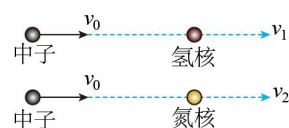
图（b）

3、(2022·湖南卷·T7) 神舟十三号返回舱进入大气层一段时间后，逐一打开引导伞、减速伞、主伞，最后启动反冲装置，实现软着陆。某兴趣小组研究了减速伞打开后返回舱的运动情况，将其运动简化为竖直方向的直线运动，其 $v-t$ 图像如图所示。设该过程中，重力加速度不变，返回舱质量不变，下列说法正确的是（ ）



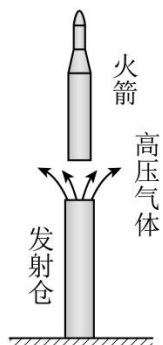
- A. 在 $0 \sim t_1$ 时间内，返回舱重力的功率随时间减小
- B. 在 $0 \sim t_1$ 时间内，返回舱的加速度不变
- C. 在 $t_1 \sim t_2$ 时间内，返回舱的动量随时间减小
- D. 在 $t_2 \sim t_3$ 时间内，返回舱的机械能不变

4、(2022·湖南卷·T4) 1932 年，查德威克用未知射线轰击氢核，发现这种射线是由质量与质子大致相等的中性粒子（即中子）组成。如图，中子以速度 v_0 分别碰撞静止的氢核和氮核，碰撞后氢核和氮核的速度分别为 v_1 和 v_2 。设碰撞为弹性正碰，不考虑相对论效应，下列说法正确的是（ ）



- A. 碰撞后氮核的动量比氢核的小
- B. 碰撞后氮核的动能比氢核的小
- C. v_2 大于 v_1
- D. v_2 大于 v_0

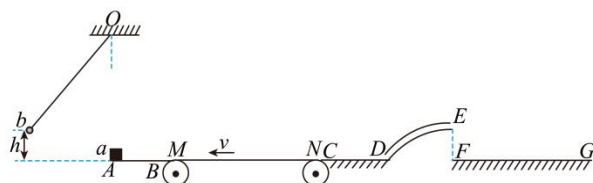
5、(2022·山东卷·T2) 我国多次成功使用“冷发射”技术发射长征十一号系列运载火箭。如图所示，发射仓内的高压气体先将火箭竖直向上推出，火箭速度接近零时再点火飞向太空。从火箭开始运动到点火的过程中（ ）



- A. 火箭的加速度为零时，动能最大
- B. 高压气体释放的能量全部转化为火箭的动能
- C. 高压气体对火箭推力的冲量等于火箭动量的增加量
- D. 高压气体的推力和空气阻力对火箭做功之和等于火箭动能的增加量

6、(2022·浙江6月卷·T20) 如图所示，在竖直面内，一质量 m 的物块 a 静置于悬点 O 正下方的 A 点，以速度 v 逆时针转动的传送带 MN 与直轨道 AB 、 CD 、 FG 处于同一水平面上， AB 、 MN 、 CD 的长度均为 l 。圆弧形细管道 DE 半径为 R ， EF 在竖直直径上， E 点高度为 H 。开始时，与物块 a 相同的物块 b 悬挂于 O 点，并向左拉开一定的高度 h 由静止下摆，细线始终张紧，摆到最低点时恰好与 a 发生弹性正碰。已知 $m = 2g$ ， $l = 1\text{m}$ ， $R = 0.4\text{m}$ ， $H = 0.2\text{m}$ ， $v = 2\text{m/s}$ ，物块与 MN 、 CD 之间的动摩擦因数 $\mu = 0.5$ ，轨道 AB 和管道 DE 均光滑，物块 a 落到 FG 时不反弹且静止。忽略 M 、 B 和 N 、 C 之间的空隙， CD 与 DE 平滑连接，物块可视为质点，取 $g = 10\text{m/s}^2$ 。

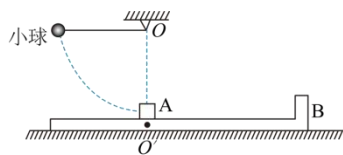
- (1) 若 $h = 1.25\text{m}$ ，求 a 、 b 碰撞后瞬时物块 a 的速度 v_0 的大小；
- (2) 物块 a 在 DE 最高点时，求管道对物块的作用力 F_N 与 h 间满足的关系；
- (3) 若物块 b 释放高度 $0.9\text{m} < h < 1.65\text{m}$ ，求物块 a 最终静止的位置 x 值的范围（以 A 点为坐标原点，水平向右为正，建立 x 轴）。



7、(2022·山东卷·T18) 如图所示，“L”型平板 B 静置在地面上，小物块 A 处于平板 B 上的 O' 点， O' 点左侧粗糙，右侧光滑。用不可伸长的轻绳将质量为 M 的小球悬挂在 O' 点正上方

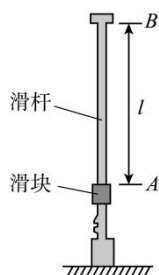
的 O 点，轻绳处于水平拉直状态。将小球由静止释放，下摆至最低点与小物块 A 发生碰撞，碰后小球速度方向与碰前方向相同，开始做简谐运动（要求摆角小于 5° ）， A 以速度 v_0 沿平板滑动直至与 B 右侧挡板发生弹性碰撞。一段时间后， A 返回到 O 点的正下方时，相对于地面的速度减为零，此时小球恰好第一次上升到最高点。已知 A 的质量 $m_A = 0.1\text{kg}$ ， B 的质量 $m_B = 0.3\text{kg}$ ， A 与 B 的动摩擦因数 $\mu_1 = 0.4$ ， B 与地面间的动摩擦因数 $\mu_2 = 0.225$ ， $v_0 = 4\text{m/s}$ ，取重力加速度 $g = 10\text{m/s}^2$ 。整个过程中 A 始终在 B 上，所有碰撞时间忽略不计，不计空气阻力，求：

- （1） A 与 B 的挡板碰撞后，二者的速度大小 v_A 与 v_B ；
- （2） B 光滑部分的长度 d ；
- （3）运动过程中 A 对 B 的摩擦力所做的功 W_f ；
- （4）实现上述运动过程， $\frac{M}{m_A}$ 的取值范围（结果用 $\cos 5^\circ$ 表示）。



8、（2022·广东卷·T13）某同学受自动雨伞开伞过程的启发，设计了如图所示的物理模型。竖直放置在水平桌面上的滑杆上套有一个滑块，初始时它们处于静止状态。当滑块从 A 处以初速度 v_0 为 10m/s 向上滑动时，受到滑杆的摩擦力 f 为 1N ，滑块滑到 B 处与滑杆发生完全非弹性碰撞，带动滑杆离开桌面一起竖直向上运动。已知滑块的质量 $m = 0.2\text{kg}$ ，滑杆的质量 $M = 0.6\text{kg}$ ， A 、 B 间的距离 $l = 1.2\text{m}$ ，重力加速度 g 取 10m/s^2 ，不计空气阻力。求：

- （1）滑块在静止时和向上滑动的过程中，桌面对滑杆支持力的大小 N_1 和 N_2 ；
- （2）滑块碰撞前瞬间的速度大小 v_1 ；
- （3）滑杆向上运动的最大高度 h 。

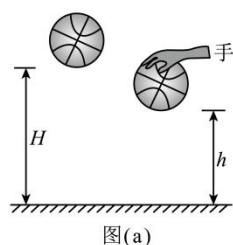


9、(2022·湖南卷·T14) 如图 (a)，质量为 m 的篮球从离地 H 高度处由静止下落，与地面发生一次非弹性碰撞后反弹至离地 h 的最高处。设篮球在运动过程中所受空气阻力的大小是篮球所受重力的 λ 倍 (λ 为常数且 $0 < \lambda < \frac{H-h}{H+h}$)，且篮球每次与地面碰撞的碰后速率与碰前速率之比相同，重力加速度大小为 g 。

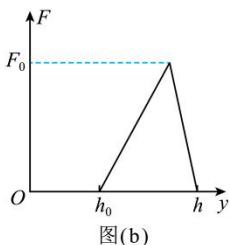
(1) 求篮球与地面碰撞的碰后速率与碰前速率之比；

(2) 若篮球反弹至最高处 h 时，运动员对篮球施加一个向下的压力 F ，使得篮球与地面碰撞一次后恰好反弹至 h 的高度处，力 F 随高度 y 的变化如图 (b) 所示，其中 h_0 已知，求 F_0 的大小；

(3) 篮球从 H 高度处由静止下落后，每次反弹至最高点时，运动员拍击一次篮球 (拍击时间极短)，瞬间给其一个竖直向下、大小相等的冲量 I ，经过 N 次拍击后篮球恰好反弹至 H 高度处，求冲量 I 的大小。



图(a)

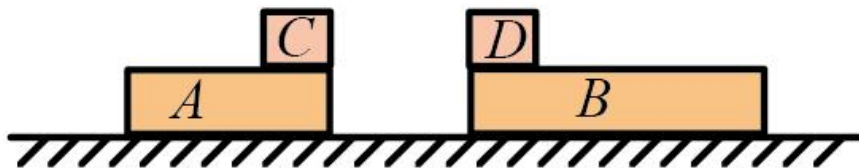


图(b)

10、(2022·河北·T13) 如图，光滑水平面上有两个等高的滑板 A 和 B，质量分别为 1kg 和 2kg ，A 右端和 B 左端分别放置物块 C、D，物块 C、D 的质量均为 1kg ，A 和 C 以相同速度 $v_0 = 10\text{m/s}$ 向右运动，B 和 D 以相同速度 kv_0 向左运动，在某时刻发生碰撞，作用时间极短，碰撞后 C 与 D 粘在一起形成一个新滑块，A 与 B 粘在一起形成一个新滑板，物块与滑板之间的动摩擦因数均为 $\mu = 0.1$ 。重力加速度大小取 $g = 10\text{m/s}^2$ 。

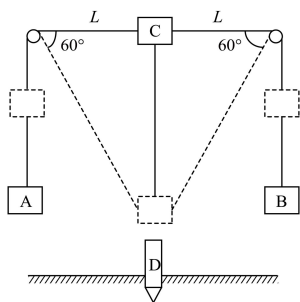
(1) 若 $0 < k < 0.5$ ，求碰撞后滑块 C、D 形成的新滑块的速度的大小和方向；

(2) 若 $k = 0.5$ ，从碰撞后到新滑块与新滑板相对静止，新滑块相对新滑板的位移的大小。

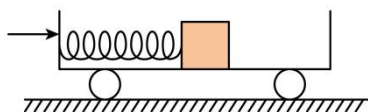


11、(2022·湖北·T16) 打桩机是基建常用工具。某种简易打桩机模型如图所示，重物 A、B 和 C 通过不可伸长的轻质长绳跨过两个光滑的等高小定滑轮连接，C 与滑轮等高（图中实线位置）时，C 到两定滑轮的距离均为 L 。重物 A 和 B 的质量均为 m ，系统可以在如图虚线位置保持静止，此时连接 C 的绳与水平方向的夹角为 60° 。某次打桩时，用外力将 C 拉到图中实线位置，然后由静止释放。设 C 的下落速度为 $\sqrt{\frac{3gL}{5}}$ 时，与正下方质量为 $2m$ 的静止桩 D 正碰，碰撞时间极短，碰撞后 C 的速度为零，D 竖直向下运动 $\frac{L}{10}$ 距离后静止（不考虑 C、D 再次相碰）。A、B、C、D 均可视为质点。

(1) 求 C 的质量；
 (2) 若 D 在运动过程中受到的阻力 F 可视为恒力，求 F 的大小；
 (3) 撤掉桩 D，将 C 再次拉到图中实线位置，然后由静止释放，求 A、B、C 的总动能最大时 C 的动能。

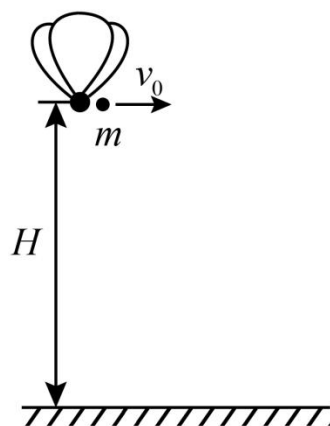


12.2021 全国乙卷第 1 题. 如图，光滑水平地面上有一小车，一轻弹簧的一端与车厢的挡板相连，另一端与滑块相连，滑块与车厢的水平底板间有摩擦。用力向右推动车厢使弹簧压缩，撤去推力时滑块在车厢底板上有相对滑动。在地面参考系（可视为惯性系）中，从撤去推力开始，小车、弹簧和滑块组成的系统（ ）



- A. 动量守恒，机械能守恒
- B. 动量守恒，机械能不守恒
- C. 动量不守恒，机械能守恒
- D. 动量不守恒，机械能不守恒

13.2021 山东卷第 11 题. 如图所示，载有物资的热气球静止于距水平地面 H 的高处，现将质量为 m 的物资以相对地面的速度 v_0 水平投出，落地时物资与热气球的距离为 d 。已知投出物资后热气球的总质量为 M ，所受浮力不变，重力加速度为 g ，不计阻力，以下判断正确的是（ ）



- A. 投出物资后热气球做匀加速直线运动
- B. 投出物资后热气球所受合力大小为 mg

C. $d = \left(1 + \frac{m}{M}\right) \sqrt{\frac{2Hv_0^2}{g} + H^2}$

D. $d = \sqrt{\frac{2Hv_0^2}{g} + \left(1 + \frac{m}{M}\right)^2 H^2}$

14.2020 全国 1 卷第 1 题

1. 行驶中的汽车如果发生剧烈碰撞，车内的安全气囊会被弹出并瞬间充满气体。若碰撞后汽车的速度在很短时间内减小为零，关于安全气囊在此过程中的作用，下列说法正确的是（ ）

- A. 增加了司机单位面积的受力大小
- B. 减少了碰撞前后司机动量的变化量
- C. 将司机的动能全部转换成汽车的动能

D. 延长了司机的受力时间并增大了司机的受力面积

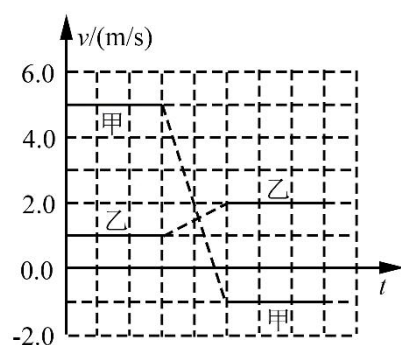
15.2020 全国 2 卷第 8 题

8. 水平冰面上有一固定的竖直挡板, 一滑冰运动员面对挡板静止在冰面上, 他把一质量为 4.0 kg 的静止物块以大小为 5.0 m/s 的速度沿与挡板垂直的方向推向挡板, 运动员获得退行速度; 物块与挡板弹性碰撞, 速度反向, 追上运动员时, 运动员又把物块推向挡板, 使其再一次以大小为 5.0 m/s 的速度与挡板弹性碰撞。总共经过 8 次这样推物块后, 运动员退行速度的大小大于 5.0 m/s , 反弹的物块不能再追上运动员。不计冰面的摩擦力, 该运动员的质量可能为

- A. 48 kg B. 53 kg C. 58 kg D. 63 kg

16.2020 全国 3 卷第 2 题

2. 甲、乙两个物块在光滑水平桌面上沿同一直线运动, 甲追上乙, 并与乙发生碰撞, 碰撞前后甲、乙的速度随时间的变化如图中实线所示。已知甲的质量为 1 kg , 则碰撞过程两物块损失的机械能为 ()



- A. 3 J B. 4 J C. 5 J D. 6 J

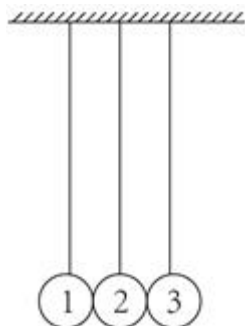
17.2020 江苏省卷第 12 题

12.[选修 3-5] (12 分)

(3) 一只质量为 1.4 kg 的乌贼吸入 0.1 kg 的水, 静止在水中. 遇到危险时, 它在极短时间内把吸入的水向后全部喷出, 以 2 m/s 的速度向前逃窜. 求该乌贼喷出的水的速度大小 v .

18.2020 北京卷第 13 题

13. 在同一竖直平面内, 3 个完全相同的小钢球 (1 号、2 号、3 号) 悬挂于同一高度; 静止时小球恰能接触且悬线平行, 如图所示。在下列实验中, 悬线始终保持绷紧状态, 碰撞均为对心正碰。以下分析正确的是 ()



- A. 将 1 号移至高度 h 释放，碰撞后，观察到 2 号静止、3 号摆至高度 h 。若 2 号换成质量不同的小钢球，重复上述实验，3 号仍能摆至高度 h
- B. 将 1、2 号一起移至高度 h 释放，碰撞后，观察到 1 号静止，2、3 号一起摆至高度 h ，释放后整个过程机械能和动量都守恒
- C. 将右侧涂胶的 1 号移至高度 h 释放，1、2 号碰撞后粘在一起，根据机械能守恒，3 号仍能摆至高度 h
- D. 将 1 号和右侧涂胶的 2 号一起移至高度 h 释放，碰撞后，2、3 号粘在一起向右运动，未能摆至高度 h ，释放后整个过程机械能和动量都不守恒

19.2020 天津卷第 12 题

12. 长为 l 的轻绳上端固定，下端系着质量为 m_1 的小球 A ，处于静止状态。 A 受到一个水平瞬时冲量后在竖直平面内做圆周运动，恰好能通过圆周轨迹的最高点。当 A 回到最低点时，质量为 m_2 的小球 B 与之迎面正碰，碰后 A 、 B 粘在一起，仍做圆周运动，并能通过圆周轨迹的最高点。不计空气阻力，重力加速度为 g ，求

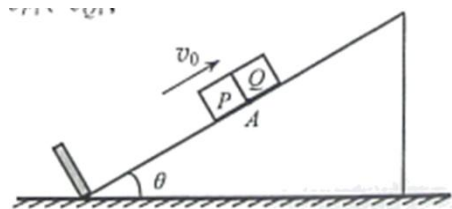
- (1) A 受到的水平瞬时冲量 I 的大小；
- (2) 碰撞前瞬间 B 的动能 E_k 至少多大？

20.2020 山东卷第 18 题

18. 如图所示，一倾角为 θ 的固定斜面的底端安装一弹性挡板， P 、 Q 两物块的质量分别为 m 和 $4m$ ， Q 静止于斜面上 A 处。某时刻， P 以沿斜面向上的速度 v_0 与 Q 发生弹性碰撞。 Q 与斜面间的动摩擦因数等于 $\tan \theta$ ，设最大静摩擦力等于滑动摩擦力。 P 与斜面间无摩擦，与挡板之间的碰撞无动能损失。两物块均可以看作质点，斜面足够长， Q 的速度减为零之前 P 不会与之发生碰撞。重力加速度大小为 g 。

- (1) 求 P 与 Q 第一次碰撞后瞬间各自的速度大小 v_{P1} 、 v_{Q1} ；

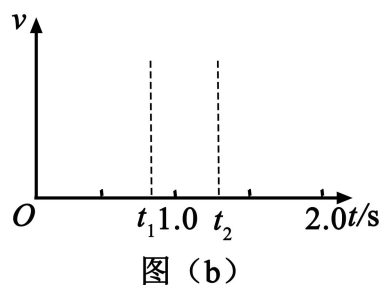
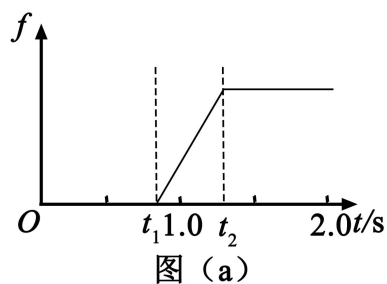
- (2)求第 n 次碰撞使物块 Q 上升的高度 h_n ;
- (3)求物块 Q 从 A 点上升的总高度 H ;
- (4)为保证在 Q 的速度减为零之前 P 不会与之发生碰撞, 求 A 点与挡板之间的最小距离 s 。



21.2019 全国 2 卷 25. (20 分)

一质量为 $m=2000\text{ kg}$ 的汽车以某一速度在平直公路上匀速行驶。行驶过程中, 司机忽然发现前方 100 m 处有一警示牌。立即刹车。刹车过程中, 汽车所受阻力大小随时间变化可简化为图 (a) 中的图线。图 (a) 中, $0\sim t_1$ 时间段为从司机发现警示牌到采取措施的反应时间 (这段时间内汽车所受阻力已忽略, 汽车仍保持匀速行驶), $t_1=0.8\text{ s}$; $t_1\sim t_2$ 时间段为刹车系统的启动时间, $t_2=1.3\text{ s}$; 从 t_2 时刻开始汽车的刹车系统稳定工作, 直至汽车停止, 已知从 t_2 时刻开始, 汽车第 1 s 内的位移为 24 m , 第 4 s 内的位移为 1 m 。

- (1) 在图 (b) 中定性画出从司机发现警示牌到刹车系统稳定工作后汽车运动的 $v-t$ 图线;
- (2) 求 t_2 时刻汽车的速度大小及此后的加速度大小;
- (3) 求刹车前汽车匀速行驶时的速度大小及 $t_1\sim t_2$ 时间内汽车克服阻力做的功; 司机发现警示牌到汽车停止, 汽车行驶的距离约为多少 (以 $t_1\sim t_2$ 时间段始末速度的算术平均值替代这段时间内汽车的平均速度) ?

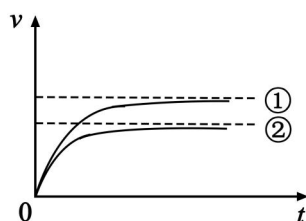


22.2019 年北京卷 24 题. (20 分)

雨滴落到地面的速度通常仅为几米每秒，这与雨滴下落过程中受到空气阻力有关。雨滴间无相互作用且雨滴质量不变，重力加速度为 g 。

(1) 质量为 m 的雨滴由静止开始，下落高度 h 时速度为 u ，求这一过程中克服空气阻力所做的功 W 。

(2) 将雨滴看作半径为 r 的球体，设其竖直落向地面的过程中所受空气阻力 $f=kr^2v^2$ ，其中 v 是雨滴的速度， k 是比例系数。



a. 设雨滴的密度为 ρ ，推导雨滴下落趋近的最大速度 v_m 与半径 r 的关系式；

b. 示意图中画出了半径为 r_1 、 r_2 ($r_1 > r_2$) 的雨滴在空气中无初速下落的 $v-t$ 图线，其中_____对应半径为 r_1 的雨滴 (选填①、②)；若不计空气阻力，请在图中画出雨滴无初速下落的 $v-t$ 图线。

(3) 由于大量气体分子在各方向运动的几率相等，其对静止雨滴的作用力为零。将雨滴简化为垂直于运动方向面积为 S 的圆盘，证明：圆盘以速度 v 下落时受到的空气阻力 $f \propto v^2$ (提

示：设单位体积内空气分子数为 n ，空气分子质量为 m_0 ）。

23.2019年江苏卷12. [选修3-5]（12分）

12.（1）质量为 M 的小孩站在质量为 m 的滑板上，小孩和滑板均处于静止状态，忽略滑板与地面间的摩擦。小孩沿水平方向跃离滑板，离开滑板时的速度大小为 v ，此时滑板的速度大小为_____。

(A) $\frac{m}{M}v$ (B) $\frac{M}{m}v$ (C) $\frac{m}{m+M}v$ (D) $\frac{M}{m+M}v$

2018 年.全国 1 卷 14 题. 高铁列车在启动阶段的运动可看作初速度为零的匀加速直线运动，在启动阶段列车的动能

- A. 与它所经历的时间成正比 B. 与它的位移成正比
C. 与它的速度成正比 D. 与它的动量成正比

24.2018 年全国 2 卷 15 题. 高空坠物极易对行人造成伤害。若一个 50 g 的鸡蛋从一居民楼的 25 层坠下，与地面的撞击时间约为 2 ms，则该鸡蛋对地面产生的冲击力约为

- A. 10 N B. 10^2 N C. 10^3 N D. 10^4 N

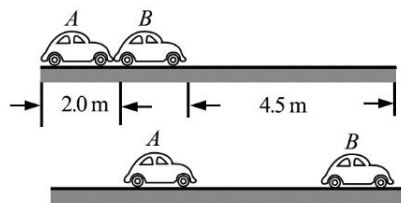
25.2018 年全国 1 卷 24 题.（12 分）一质量为 m 的烟花弹获得动能 E 后，从地面竖直升空，当烟花弹上升的速度为零时，弹中火药爆炸将烟花弹炸为质量相等的两部分，两部分获得的动能之和也为 E ，且均沿竖直方向运动。爆炸时间极短，重力加速度大小为 g ，不计空气阻力和火药的质量，求

- （1）烟花弹从地面开始上升到弹中火药爆炸所经过的时间；
（2）爆炸后烟花弹向上运动的部分距地面的最大高度

26.2018 年全国 2 卷 24 题.（12 分）

汽车 A 在水平冰雪路面上行驶，驾驶员发现其正前方停有汽车 B ，立即采取制动措施，但仍然撞上了汽车 B 。两车碰撞时和两车都完全停止后的位置如图所示，碰撞后 B 车向前滑动了 4.5 m， A 车向前滑动了 2.0 m，已知 A 和 B 的质量分别为 2.0×10^3 kg 和 1.5×10^3 kg，两车与该冰雪路面间的动摩擦因数均为 0.10，两车碰撞时间极短，在碰撞后车轮均没有滚动，重力加速度大小 $g = 10 \text{ m/s}^2$ 。求

- （1）碰撞后的瞬间 B 车速度的大小；（2）碰撞前的瞬间 A 车速度的大小。

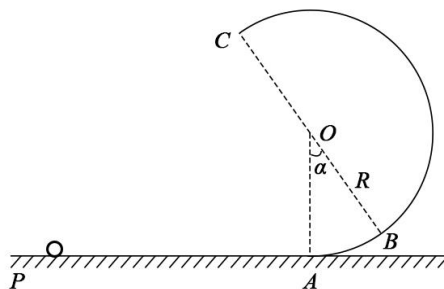


27. 2018 年全国 3 卷 25 题. (20 分)

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。 B 、 C 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：

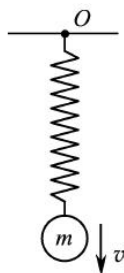


- (1) 水平恒力的大小和小球到达 C 点时速度的大小；
- (2) 小球到达 A 点时动量的大小；
- (3) 小球从 C 点落至水平轨道所用的时间。

28. 2018 年天津 9 (1) 题

9. (1) 质量为 0.45 kg 的木块静止在光滑水平面上，一质量为 0.05 kg 的子弹以 200 m/s 的水平速度击中木块，并留在其中，整个木块沿子弹原方向运动，则木块最终速度的大小是 _____ m/s 。若子弹在木块中运动时受到的平均阻力为 $4.5 \times 10^3 \text{ N}$ ，则子弹射入木块的深度为 _____ m 。

- (3) 如图所示，悬挂于竖直弹簧下端的小球质量为 m ，运动速度的大小为 v ，方向向下。经过时间 t ，小球的速度大小为 v ，方向变为向上。忽略空气阻力，重力加速度为 g ，求该运动过程中，小球所受弹簧弹力冲量的大小。



29.2018 年海南物理卷第 14 题

14. (16 分) 如图, 光滑轨道 PQO 的水平段 $QO = \frac{h}{2}$, 轨道在 O 点与水平地面平滑连接。一质量为 m 的小物块 A 从高 h 处由静止开始沿轨道下滑, 在 O 点与质量为 $4m$ 的静止小物块 B 发生碰撞。A、B 与地面间的动摩擦因数均为 $\mu = 0.5$, 重力加速度大小为 g 。假设 A、B 间的碰撞为完全弹性碰撞, 碰撞时间极短。求

- (1) 第一次碰撞后瞬间 A 和 B 速度的大小;
- (2) A、B 均停止运动后, 二者之间的距离。

