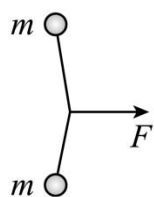


专题 03 牛顿运动定律（原卷版）

近 5 年（2018-2022）高考物理试题分类解析

1、（2022·全国乙卷·T15）如图，一不可伸长轻绳两端各连接一质量为 m 的小球，初始时整个系统静置于光滑水平桌面上，两球间的距离等于绳长 L 。一大小为 F 的水平恒力作用在轻绳的中点，方向与两球连线垂直。当两球运动至二者相距 $\frac{3}{5}L$ 时，它们加速度的大小均为

（ ）



- A. $\frac{5F}{8m}$ B. $\frac{2F}{5m}$ C. $\frac{3F}{8m}$ D. $\frac{3F}{10m}$

2、（2022·全国甲卷·T19）如图，质量相等的两滑块 P、Q 置于水平桌面上，二者用一轻弹簧水平连接，两滑块与桌面间的动摩擦因数均为 μ 。重力加速度大小为 g 。用水平向右的拉力 F 拉动 P，使两滑块均做匀速运动；某时刻突然撤去该拉力，则从此刻开始到弹簧第一次恢复原长之前（ ）



- A. P 的加速度大小的最大值为 $2\mu g$
B. Q 的加速度大小的最大值为 $2\mu g$
C. P 的位移大小一定大于 Q 的位移大小
D. P 的速度大小均不大于同一时刻 Q 的速度大小

3、（2022·湖南卷·T9）球形飞行器安装了可提供任意方向推力的矢量发动机，总质量为 M 。

飞行器飞行时受到的空气阻力大小与其速率平方成正比（即 $F_{\text{阻}} = kv^2$ ， k 为常量）。当发动机关闭时，飞行器竖直下落，经过一段时间后，其匀速下落的速率为 10m/s ；当发动机以最大推力推动飞行器竖直向上运动，经过一段时间后，飞行器匀速向上的速率为 5m/s 。重力加速度大小为 g ，不考虑空气相对于地面的流动及飞行器质量的变化，下列说法正确的是（ ）

A. 发动机的最大推力为 $1.5Mg$

B. 当飞行器以 5m/s 匀速水平飞行时，发动机推力的大小为 $\frac{\sqrt{17}}{4}Mg$

C. 发动机以最大推力推动飞行器匀速水平飞行时，飞行器速率为 $5\sqrt{3}\text{m/s}$

D. 当飞行器以 5m/s 的速率飞行时，其加速度大小可以达到 $3g$

4、(2022·浙江6月卷·T1) 下列属于力的单位是 ()

A. $\text{kg}\cdot\text{m/s}^2$

B. $\text{kg}\cdot\text{m/s}$

C. $\text{kg}\cdot\text{m}^2\text{s}$

D.

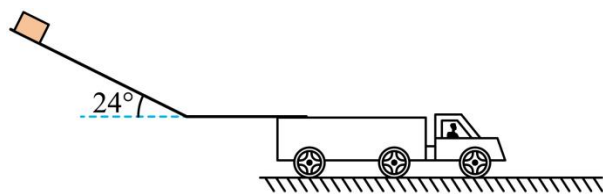
$\text{kg}\cdot\text{s/m}^2$

5、(2022·浙江6月卷·T19) 物流公司通过滑轨把货物直接装运到卡车中，如图所示，倾斜滑轨与水平面成 24° 角，长度 $l_1 = 4\text{m}$ ，水平滑轨长度可调，两滑轨间平滑连接。若货物从倾斜滑轨顶端由静止开始下滑，其与滑轨间的动摩擦因数均为 $\mu = \frac{2}{9}$ ，货物可视为质点(取 $\cos 24^\circ = 0.9$ ， $\sin 24^\circ = 0.4$ ，重力加速度 $g = 10\text{m/s}^2$)。

(1) 求货物在倾斜滑轨上滑行时加速度 a_1 的大小；

(2) 求货物在倾斜滑轨末端时速度 v 的大小；

(3) 若货物滑离水平滑轨末端时的速度不超过 2m/s ，求水平滑轨的最短长度 l_2 。



6、(2022·浙江1月卷·T19) 第24届冬奥会将在我国举办。钢架雪车比赛的一段赛道如图1所示，长 12m 水平直道 AB 与长 20m 的倾斜直道 BC 在 B 点平滑连接，斜道与水平面的夹角为 15° 。运动员从 A 点由静止出发，推着雪车匀加速到 B 点时速度大小为 8m/s ，紧接着快速俯卧到车上沿 BC 匀加速下滑(图2所示)，到 C 点共用时 5.0s 。若雪车(包括运动员)可视为质点，始终在冰面上运动，其总质量为 110kg ， $\sin 15^\circ = 0.26$ ，求雪车(包括运动员)

(1) 在直道 AB 上的加速度大小；

(2) 过 C 点的速度大小；

(3) 在斜道 BC 上运动时受到的阻力大小。

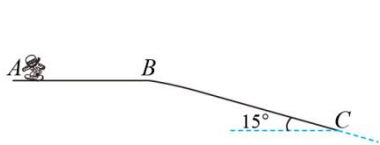


图1



图2

7、2021 浙江卷第 4 题. 2021 年 5 月 15 日, 天问一号着陆器在成功着陆火星表面的过程中, 经大气层 290s 的减速, 速度从 $4.9 \times 10^3 \text{ m/s}$ 减为 $4.6 \times 10^2 \text{ m/s}$; 打开降落伞后, 经过 90s 速度进一步减为 $1.0 \times 10^2 \text{ m/s}$; 与降落伞分离, 打开发动机减速后处于悬停状态; 经过对着陆点的探测后平稳着陆。若打开降落伞至分离前的运动可视为竖直向下运动, 则着陆器 ()



- A. 打开降落伞前, 只受到气体阻力的作用
- B. 打开降落伞至分离前, 受到的合力方向竖直向上
- C. 打开降落伞至分离前, 只受到浮力和气体阻力的作用
- D. 悬停状态中, 发动机喷火的反作用力与气体阻力是平衡力

8、2020 全国 1 卷第 11 题

11. 我国自主研制了运-20 重型运输机。飞机获得的升力大小 F 可用 $F = kv^2$ 描写, k 为系数; v 是飞机在平直跑道上的滑行速度, F 与飞机所受重力相等时的 v 称为飞机的起飞离地速度, 已知飞机质量为 $1.21 \times 10^5 \text{ kg}$ 时, 起飞离地速度为 66 m/s ; 装载货物后质量为 $1.69 \times 10^5 \text{ kg}$, 装载货物前后起飞离地时的 k 值可视为不变。

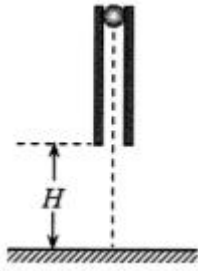
(1) 求飞机装载货物后的起飞离地速度;

(2) 若该飞机装载货物后, 从静止开始匀加速滑行 1521 m 起飞离地, 求飞机在滑行过程中加速度的大小和所用的时间。

9、2020 全国 2 卷第 12 题

12.如图,一竖直圆管质量为 M , 下端距水平地面的高度为 H , 顶端塞有一质量为 m 的小球。圆管由静止自由下落, 与地面发生多次弹性碰撞, 且每次碰撞时间均极短; 在运动过程中, 管始终保持竖直。已知 $M=4m$, 球和管之间的滑动摩擦力大小为 $4mg$, g 为重力加速度的大小, 不计空气阻力。

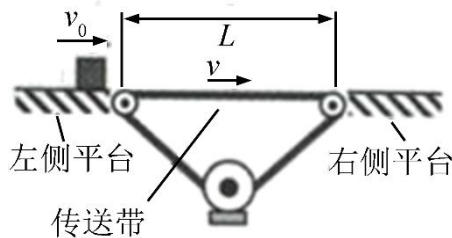
- (1) 求管第一次与地面碰撞后的瞬间, 管和球各自的加速度大小;
- (2) 管第一次落地弹起后, 在上升过程中球没有从管中滑出, 求管上升的最大高度;
- (3) 管第二次落地弹起的上升过程中, 球仍没有从管中滑出, 求圆管长度应满足的条件。



10、2020 全国 3 卷第 12 题

12.如图, 相距 $L=11.5\text{m}$ 的两平台位于同一水平面内, 二者之间用传送带相接。传送带向右匀速运动, 其速度的大小 v 可以由驱动系统根据需要设定。质量 $m=10\text{ kg}$ 的载物箱 (可视为质点), 以初速度 $v_0=5.0\text{ m/s}$ 自左侧平台滑上传送带。载物箱与传送带间的动摩擦因数 $\mu=0.10$, 重力加速度取 $g=10\text{m/s}^2$ 。

- (1) 若 $v=4.0\text{ m/s}$, 求载物箱通过传送带所需的时间;
- (2) 求载物箱到达右侧平台时所能达到的最大速度和最小速度;
- (3) 若 $v=6.0\text{m/s}$, 载物箱滑上传送带 $\Delta t=\frac{13}{12}\text{ s}$ 后, 传送带速度突然变为零。求载物箱从左侧平台向右侧平台运动的过程中, 传送带对它的冲量。



11、2020 江苏省卷第 5 题

5.中欧班列在欧亚大陆开辟了“生命之路”, 为国际抗疫贡献了中国力量.某运送防疫物资的班列由 40 节质量相等的车厢组成, 在车头牵引下, 列车沿平直轨道匀加速行驶时, 第 2 节对

第3节车厢的牵引力为 F 。若每节车厢所受摩擦力、空气阻力均相等，则倒数第3节对倒数第2节车厢的牵引力

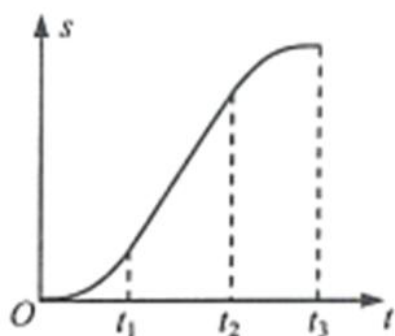
为 ()

- A. F B. $\frac{19F}{20}$ C. $\frac{F}{19}$ D. $\frac{F}{20}$

12、2020 山东卷第 1 题

1. 一质量为 m 的乘客乘坐竖直电梯下楼，其位移 s 与时间 t 的关系图像如图所示。乘客所受支持力的大小用 F_N 表示，速度大小用 v 表示。重力加速度大小为 g 。以下判断正确的是

()



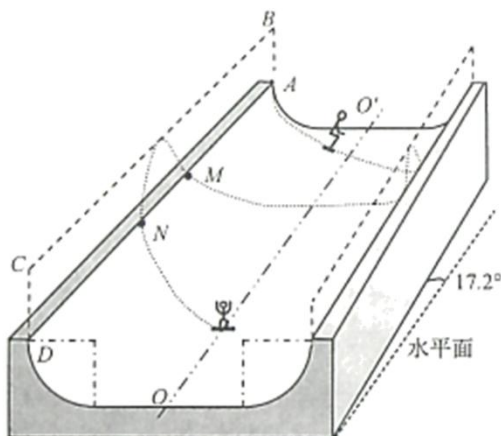
- A. $0 \sim t_1$ 时间内， v 增大， $F_N > mg$ B. $t_1 \sim t_2$ 时间内， v 减小， $F_N < mg$
C. $t_2 \sim t_3$ 时间内， v 增大， $F_N < mg$ D. $t_2 \sim t_3$ 时间内， v 减小， $F_N > mg$

13、2020 山东卷第 16 题

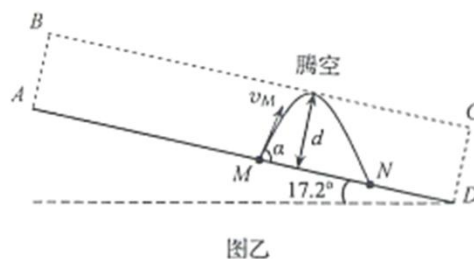
16. 单板滑雪 U 型池比赛是冬奥会比赛项目，其场地可以简化为如图甲所示的模型： U 形滑道由两个半径相同的四分之一圆柱面轨道和一个中央的平面直轨道连接而成，轨道倾角为 17.2° 。某次练习过程中，运动员以 $v_M = 10 \text{ m/s}$ 的速度从轨道边缘上的 M 点沿轨道的竖直切面 $ABCD$ 滑出轨道，速度方向与轨道边缘线 AD 的夹角 $\alpha = 72.8^\circ$ ，腾空后沿轨道边缘的 N 点进入轨道。图乙为腾空过程左视图。该运动员可视为质点，不计空气阻力，取重力加速度的大小 $g = 10 \text{ m/s}^2$ ， $\sin 72.8^\circ = 0.96$ ， $\cos 72.8^\circ = 0.30$ 。求：

(1) 运动员腾空过程中离开 AD 的距离的最大值 d ；

(2) M 、 N 之间的距离 L 。



图甲



图乙

14、2020 上海等级考第 15 题

15、质量 $m = 1.67 \times 10^{-27} \text{kg}$ 的质子在粒子加速器中被加速为动能 $E_k = 1.6 \times 10^{-10} \text{J}$ 。某同学根据 $E_k = \frac{1}{2} mv^2$ 算出质子的速度 $4.38 \times 10^8 \text{m/s}$ (计算无误)。此速度值不合理之处是_____，说明理由_____。

[考察知识]牛顿运动定律的应用。

[核心素养]科学思维(数据分析和质疑能力，这个能力的考察是以往三维目标里没有的!)

15、2020 年 7 月浙江第 1 题

1.国际单位制中电荷量的单位符号是 C，如果用国际单位制基本单位的符号来表示，正确的是 ()

A. $\text{F} \cdot \text{V}$

B. $\text{A} \cdot \text{s}$

C. J/V

D.

$\text{N} \cdot \text{m/V}$

16、2020 浙江第 20 题

20.如图 1 所示，有一质量 $m = 200 \text{kg}$ 的物件在电机的牵引下从地面竖直向上经加速、匀速、匀减速至指定位置。当加速运动到总位移的 $\frac{1}{4}$ 时开始计时，测得电机的牵引力随时间变化的 $F-t$ 图线如图 2 所示， $t = 34 \text{s}$ 末速度减为 0 时恰好到达指定位置。若不计绳索的质量和空气阻力，求物件：

(1)做匀减速运动的加速度大小和方向；

(2)匀速运动的速度大小；

(3)总位移的大小。



图 1

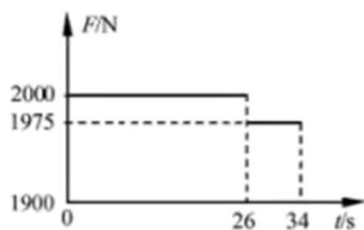


图 2

17. 2019 年全国 2 卷 16 题. 物块在轻绳的拉动下沿倾角为 30° 的固定斜面向上匀速运动，轻绳与斜面平行。已知物块与斜面之间的动摩擦因数为 $\frac{\sqrt{3}}{3}$ ，重力加速度取 10m/s^2 。若轻绳能承受的最大张力为 $1\,500\text{ N}$ ，则物块的质量最大为

- A. 150kg B. $100\sqrt{3}\text{ kg}$ C. 200 kg D. $200\sqrt{3}\text{ kg}$

18. 2019 年全国 2 卷 25 题. (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）？

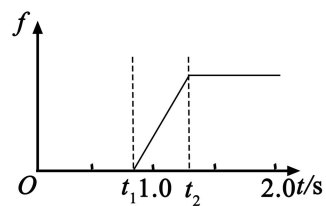


图 (a)

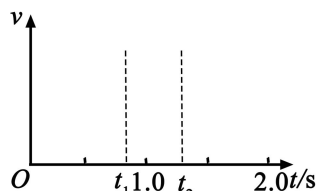
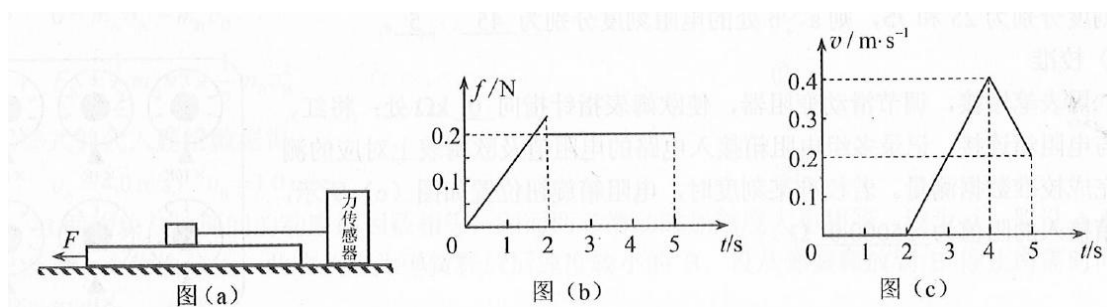


图 (b)

19. 2019年全国3卷20题. 如图 (a)，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力传感器相连，细绳水平。 $t=0$ 时，木板开始受到水平外力 F 的作用，在 $t=4$ s时撤去外力。细绳对物块的拉力 f 随时间 t 变化的关系如图 (b) 所示，木板的速度 v 与时间 t 的关系如图 (c) 所示。木板与实验台之间的摩擦可以忽略。重力加速度取 $g=10$ m/s²。由题给数据可以得出



- A. 木板的质量为1 kg
- B. 2 s~4 s内，力 F 的大小为0.4 N
- C. 0~2 s内，力 F 的大小保持不变
- D. 物块与木板之间的动摩擦因数为0.2

20. 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)。

21. 2019 年天津卷 9 (1) 题. 第 26 届国际计量大会决定, 质量单位“千克”用普朗克常量 h 定义, “国际千克原器”于 2019 年 5 月 20 日正式“退役” h 的数值为 6.63×10^{-34} , 根据能量子定义, h 的单位是 _____, 该单位用国际单位制中的力学基本单位表示, 则为 _____。

22. 2019 年天津卷 10 题. (16 分) 完全由我国自行设计、建造的国产新型航空母舰已完成多次海试, 并取得成功。航母上的舰载机采用滑跃式起飞, 故甲板是由水平甲板和上翘甲板两部分构成, 如图 1 所示。为了便于研究舰载机的起飞过程, 假设上翘甲板 BC 是与水平甲板 AB 相切的一段圆弧, 示意如图 2, AB 长 $L_1 = 150 \text{ m}$, BC 水平投影 $L_2 = 63 \text{ m}$, 图中 C 点切线方向与水平方向的夹角 $\theta = 12^\circ$ ($\sin 12^\circ \approx 0.21$)。若舰载机从 A 点由静止开始做匀加速直线运动, 经 $t = 6 \text{ s}$ 到达 B 点进入 BC 。已知飞行员的质量 $m = 60 \text{ kg}$, $g = 10 \text{ m/s}^2$ 。



图 1

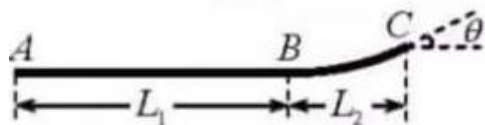


图 2

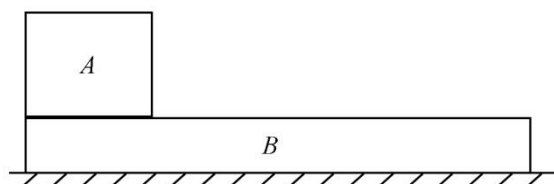
求: (1) 舰载机水平运动的过程中, 飞行员受到的水平力所做功 W ;

(2) 舰载机刚进入 BC 时, 飞行员受到竖直向上的压力 F_N 多大。

23. 2019 年江苏卷 15 题. (16 分) 如图所示, 质量相等的物块 A 和 B 叠放在水平地面上, 左边

缘对齐。A与B、B与地面间的动摩擦因数均为 μ 。先敲击A，A立即获得水平向右的初速度，在B上滑动距离L后停下。接着敲击B，B立即获得水平向右的初速度，A、B都向右运动，左边缘再次对齐时恰好相对静止，此后两者一起运动至停下。最大静摩擦力等于滑动摩擦力，重力加速度为g。求：

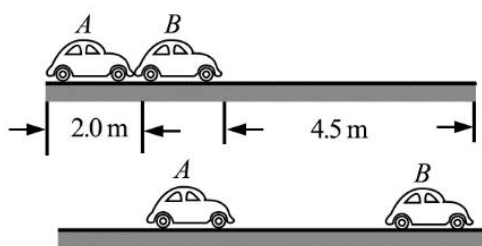
- (1) A被敲击后获得的初速度大小 v_A ；
- (2) 在左边缘再次对齐的前、后，B运动加速度的大小 a_B 、 a_B' ；
- (3) B被敲击后获得的初速度大小 v_B 。



24. 2018 年全国卷第 24 题

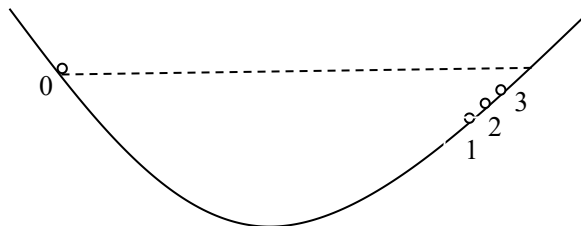
24. (12 分) 汽车 A 在水平冰雪路面上行驶，驾驶员发现其正前方停有汽车 B，立即采取制动措施，但仍然撞上了汽车 B。两车碰撞时和两车都完全停止后的位置如图所示，碰撞后 B 车向前滑动了 4.5 m，A 车向前滑动了 2.0 m，已知 A 和 B 的质量分别为 $2.0 \times 10^3 \text{ kg}$ 和 $1.5 \times 10^3 \text{ kg}$ ，两车与该冰雪路面间的动摩擦因数均为 0.10，两车碰撞时间极短，在碰撞后车轮均没有滚动，重力加速度大小 $g = 10 \text{ m/s}^2$ 。求

- (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。



25. 2018 年北京第 19 题. 伽利略创造的把实验

假设和逻辑推理相结合的科学方法，有力地促进了人类科学认识的发展。利用如图所示的装置做如下实验：小球从左侧斜面上的 O 点由静止释放后沿斜面向下运动，并沿右侧斜面上升。



斜面上先后铺垫三种粗糙程度逐渐减低的材料时,小球沿右侧斜面上升到的最高位置依次为

1、2、3。根据三次实验结果的对比,可以得到的最直接的结论是

- A. 如果斜面光滑,小球将上升到与 O 点等高的位置
- B. 如果小球不受力,它将一直保持匀速运动或静止状态
- C. 如果小球受到力的作用,它的运动状态将发生改变
- D. 小球受到的力一定时,质量越大,它的加速度越小

26. 2018 年北京第 20 题. 根据高中所学知识可知,做自由落体运动的小球,将落在正下方位置。但实际上,赤道上方 200m 处无初速下落的小球将落在正下方位置偏东约 6cm 处,这一现象可解释为,除重力外,由于地球自转,下落过程小球还受到一个水平向东的“力”,该“力”与竖直方向的速度大小成正比,现将小球从赤道地面竖直上抛,考虑对称性,上升过程该“力”水平向西,则小球

- A. 到最高点时,水平方向的加速度和速度均为零
- B. 到最高点时,水平方向的加速度和速度均不为零
- C. 落地点在抛出点东侧
- D. 落地点在抛出点西侧
