빠른 정답

빠른 정답 [1~100번]

문항 번호	정답	문항 번호	정답	문항 번호	정답	문항 번호	정답
1	ㄱ	26	ㄱ, ㄴ	51	ㄱ, ㄴ	76	ㄱ, ㄴ, ㄷ
2	ㄱ	27	ㄴ, ㄷ	52	ㄷ	77	ㄱ, ㄷ
3	ㄱ, ㄴ, ㄷ	28	④	53	ㄱ, ㄷ	78	ㄱ, ㄴ
4	ㄴ, ㄷ	29	ㄱ, ㄴ, ㄷ	54	②	79	ㄱ, ㄴ
5	ㄴ	30	④	55	ㄱ, ㄴ	80	ㄴ, ㄷ
6	ㄴ, ㄷ	31	ㄴ, ㄷ	56	ㄱ	81	ㄱ
7	ㄴ, ㄷ	32	ㄱ, ㄴ	57	ㄱ, ㄴ	82	ㄴ, ㄷ
8	ㄱ	33	ㄱ	58	①	83	③
9	ㄱ, ㄴ	34	ㄱ, ㄴ	59	①	84	ㄴ, ㄷ
10	ㄴ, ㄷ	35	ㄱ, ㄴ	60	②	85	ㄱ, ㄴ
11	ㄷ	36	②	61	ㄱ, ㄷ	86	ㄱ
12	ㄷ	37	ㄱ	62	ㄴ	87	②
13	ㄱ	38	ㄱ	63	ㄴ, ㄷ	88	⑤
14	ㄱ, ㄴ	39	ㄱ	64	ㄷ	89	③
15	ㄴ, ㄷ	40	④	65	ㄱ, ㄷ	90	③
16	ㄴ, ㄷ	41	ㄱ, ㄷ	66	ㄱ	91	②
17	ㄴ	42	④	67	②	92	④
18	ㄱ, ㄷ	43	ㄱ, ㄴ	68	ㄱ, ㄴ, ㄷ	93	④
19	ㄱ, ㄴ, ㄷ	44	ㄱ	69	ㄱ, ㄷ	94	ㄱ, ㄴ, ㄷ
20	ㄱ, ㄷ	45	ㄷ	70	ㄱ, ㄴ, ㄷ	95	ㄱ, ㄴ, ㄷ
21	ㄴ	46	②	71	ㄱ, ㄴ, ㄷ	96	ㄴ
22	ㄱ, ㄴ, ㄷ	47	①	72	ㄱ	97	ㄱ, ㄴ
23	ㄱ, ㄴ, ㄷ	48	ㄱ, ㄴ, ㄷ	73	ㄴ, ㄷ	98	①
24	ㄱ, ㄷ	49	ㄱ, ㄴ	74	ㄱ, ㄴ	99	ㄴ
25	ㄱ, ㄴ	50	ㄴ	75	ㄱ, ㄴ, ㄷ	100	ㄱ, ㄷ

빠른 정답 [101~200번]

문항 번호	정답	문항 번호	정답	문항 번호	정답	문항 번호	정답
101	ㄱ, ㄴ	126	ㄱ, ㄴ, ㄷ	151	ㄴ, ㄷ	176	⑤
102	ㄱ	127	ㄴ	152	ㄱ, ㄴ, ㄷ	177	ㄱ, ㄴ, ㄷ
103	⑤	128	ㄱ	153	ㄷ	178	ㄱ, ㄴ
104	ㄴ, ㄷ	129	ㄱ, ㄴ, ㄷ	154	ㄴ	179	ㄷ
105	ㄴ, ㄷ	130	②	155	ㄱ	180	ㄱ, ㄴ
106	ㄴ	131	ㄱ, ㄴ, ㄷ	156	ㄱ, ㄷ	181	ㄱ, ㄴ, ㄷ
107	ㄱ, ㄴ	132	④	157	ㄴ	182	ㄴ
108	ㄴ, ㄷ	133	ㄱ	158	ㄱ	183	③
109	ㄱ	134	④	159	ㄴ	184	③
110	ㄱ	135	ㄱ	160	②	185	②
111	ㄴ, ㄷ	136	ㄱ, ㄴ	161	④	186	ㄱ, ㄷ
112	ㄱ, ㄴ, ㄷ	137	ㄴ	162	ㄱ, ㄴ	187	ㄱ, ㄴ, ㄷ
113	ㄴ, ㄷ	138	ㄱ	163	②	188	④
114	ㄱ, ㄷ	139	④	164	ㄴ	189	ㄱ, ㄷ
115	ㄱ	140	ㄱ, ㄴ, ㄷ	165	③	190	②
116	ㄴ, ㄷ	141	②	166	ㄱ, ㄴ, ㄷ	191	ㄱ, ㄴ, ㄷ
117	ㄱ	142	ㄱ, ㄴ, ㄷ	167	ㄴ, ㄷ	192	ㄱ, ㄷ
118	ㄱ, ㄴ	143	ㄱ, ㄴ, ㄷ	168	②	193	①
119	④	144	ㄱ, ㄴ, ㄷ	169	①	194	④
120	ㄴ	145	ㄷ	170	ㄱ, ㄴ	195	ㄱ, ㄴ
121	ㄱ, ㄴ	146	ㄱ, ㄴ	171	ㄱ, ㄴ	196	ㄱ, ㄷ
122	④	147	ㄱ, ㄴ, ㄷ	172	ㄱ, ㄴ	197	②
123	⑤	148	ㄴ	173	②	198	ㄴ, ㄷ
124	ㄱ	149	④	174	ㄱ, ㄴ, ㄷ	199	ㄴ
125	④	150	⑤	175	ㄱ, ㄴ	200	ㄱ, ㄴ

빠른 정답 [201~295번]

문항 번호	정답	문항 번호	정답	문항 번호	정답	문항 번호	정답
201	ㄴ, ㄷ	226	ㄱ, ㄴ	251	③	276	ㄱ, ㄴ
202	ㄴ	227	④	252	④	277	①
203	ㄱ, ㄴ, ㄷ	228	②	253	ㄱ, ㄷ	278	②
204	ㄱ, ㄴ, ㄷ	229	②	254	ㄱ, ㄷ	279	⑤
205	④	230	①	255	⑤	280	④
206	③	231	④	256	ㄱ, ㄴ	281	ㄴ
207	ㄴ, ㄷ	232	④	257	②	282	ㄴ, ㄷ
208	ㄱ	233	ㄱ, ㄴ	258	②	283	⑤
209	ㄴ	234	②	259	ㄱ, ㄴ, ㄷ	284	③
210	①	235	②	260	ㄱ, ㄴ, ㄷ	285	②
211	ㄷ	236	②	261	ㄷ	286	②
212	ㄱ, ㄴ	237	①	262	ㄱ, ㄴ, ㄷ	287	ㄱ
213	ㄷ	238	②	263	④	288	①
214	④	239	②	264	ㄱ, ㄴ, ㄷ	289	⑤
215	③	240	ㄱ, ㄴ	265	①	290	ㄱ, ㄴ
216	ㄱ, ㄴ	241	ㄴ	266	③	291	ㄱ, ㄴ, ㄷ
217	ㄱ	242	ㄴ, ㄷ	267	ㄱ, ㄷ	292	ㄱ
218	ㄴ	243	ㄱ, ㄴ	268	ㄱ, ㄷ	293	②
219	ㄱ, ㄷ	244	③	269	①	294	②
220	ㄱ, ㄴ, ㄷ	245	③	270	②	295	⑤
221	④	246	ㄱ, ㄴ	271	ㄱ, ㄴ		
222	ㄱ, ㄴ	247	⑤	272	ㄱ, ㄴ		
223	ㄴ, ㄷ	248	②	273	②		
224	ㄱ	249	⑤	274	④		
225	②	250	③	275	④		

37. 정답 ㄱ

분석

오른쪽 방향을 양(+)으로 두자.
① 자동차는 등가속도 직선 운동을 한다.

② 등가속도 직선 운동하는 물체의 평균 속도와 변위는 다음과 같이 구할 수 있다.

평균 속도 = (처음 속도 + 나중 속도)/2
변위 = 평균 속도 × 걸린 시간

③ 평균 속도는 다음과 같다.

$$\text{평균 속도} = \frac{\text{걸린 시간 동안의 변위}}{\text{걸린 시간}}$$

해설

주어진 것만을 정리하면 다음과 같다.

위치	출발선		다리 입구		다리 끝
속도	0		$+10\,m/s$		$+20\,m/s$
평균 속도	/				/
운동 시간	/				/
변위	/	$200\,m$			/

해설을 보면서 표가 어떤 순서대로 채워지는지 직접 표를 채워보면서 느껴보기 바란다.

자동차의 구간별 평균 속도는 다음과 같다.

출발선-다리 입구 : $\dfrac{0+10\,m/s}{2}=+5\,m/s$

다리 입구-다리 끝 : $\dfrac{+10\,m/s+20\,m/s}{2}=+15\,m/s$

ㄱ, ㄴ. ③을 이용하여 출발선-다리 입구 구간에서 자동차의 운동 시간을 구하면 다음과 같다.

$$\frac{200\,m}{5\,m/s}=40\,s$$

출발선-다리 입구 구간에서 속도의 변화량은 $10\,m/s$이고, 운동 시간은 $40\,s$이므로, 자동차의 가속도를 구하면 다음과 같다.

$$\frac{+10\,m/s}{40\,s}=+0.25\,m/s^2$$

(ㄱ. 참, ㄴ. 거짓)

ㄷ. 다리 입구-다리 끝 구간에서 속도의 변화량은 $10\,m/s$이고, 자동차의 가속도는 $0.25\,m/s^2$이므로, 운동 시간은 다음과 같다.

$$\frac{10\,m/s}{0.25\,m/s^2}=40\,s$$

③을 이용하여 다리 입구-다리 끝 구간에서 자동차의 변위를 구하면 다음과 같다.

$$15\,m/s\times40\,s=600\,m$$

따라서 다리 구간의 길이는 $600\,m$이다.

(ㄷ. 거짓)

38. 정답 ㄱ

분석

오른쪽 방향을 양(+)으로 두자.
① 자동차는 등가속도 직선 운동을 한다.

② 등가속도 직선 운동하는 물체의 평균 속도와 변위는 다음과 같이 구할 수 있다.

평균 속도=(처음 속도 + 나중 속도)/2
변위 = 평균 속도 × 걸린 시간

③ 평균 속도는 다음과 같다.

$$\text{평균 속도} = \frac{\text{걸린 시간 동안의 변위}}{\text{걸린 시간}}$$

해설

주어진 것만을 정리하면 다음과 같다.

위치	터널 입구		터널 출구
속도	$+20\,m/s$		$+30\,m/s$
평균 속도	/		/
운동 시간	/		/
변위	/	$500\,m$	/

해설을 보면서 표가 어떤 순서대로 채워지는지 직접 표를 채워보면서 느껴보기 바란다.

ㄱ. 평균 속력은 다음과 같다.

$$\text{평균 속력} = \frac{\text{걸린 시간 동안의 이동 거리}}{\text{걸린 시간}}$$

자동차의 운동 방향이 바뀌지 않으므로,
자동차의 이동 거리는 변위의 크기와 같다.
따라서 평균 속력은 평균 속도의 크기와 같다.

자동차의 평균 속도는 다음과 같다.

$$\frac{+20\,m/s+30\,m/s}{2}=+25\,m/s$$

따라서 터널을 통과하는 동안 자동차의 평균 속력은 $25\,m/s$이다.

(ㄱ. 참)

ㄴ. 터널을 통과하는 동안,
자동차의 평균 속도는 $+25\,m/s$이고,
자동차의 변위는 $+500\,m$이다.

따라서 터널을 통과하는 동안 자동차의 운동 시간은 다음과 같다.

$$\frac{+500\,m}{+25\,m/s}=20\,s$$

(ㄴ. 거짓)

ㄷ. 터널을 통과하는 동안,
자동차의 속도의 변화량은 $+10\,m/s$이고,
자동차의 운동 시간은 $20\,s$이다.

따라서 터널을 통과하는 동안 자동차의 가속도는 다음과 같다.

$$\frac{+10\,m/s}{20\,s}=+0.5\,m/s^2$$

(ㄷ. 거짓)

39. 정답 ㄱ

분석

오른쪽 방향을 양(+)으로 두자.

① A는 등속도 운동을, B는 등가속도 직선 운동을 한다.

② 등속도 운동하는 물체의 변위는 다음과 같다.

변위=속도×걸린 시간

③ 등가속도 직선 운동하는 물체의 평균 속도와 변위는 다음과 같이 구할 수 있다.

평균 속도=(처음 속도+나중 속도)/2

변위=평균 속도×걸린 시간

④ 평균 속도는 다음과 같다.

$$\text{평균 속도}=\frac{\text{걸린 시간 동안의 변위}}{\text{걸린 시간}}$$

해설

ㄱ. A에 대해 주어진 것을 정리하면 다음과 같다.

A의 속도 : $+10\,\mathrm{m/s}$

A의 운동 시간 : $10\,\mathrm{s}$

②로부터 A의 변위는 $+10\,\mathrm{m/s}\times10\,\mathrm{s}=+100\,\mathrm{m}$임을 알 수 있다.

따라서 P에서 Q까지의 거리는 $100\,\mathrm{m}$이다.

(ㄱ. 참)

ㄴ. 평균 속력은 다음과 같다.

$$\text{평균 속력}=\frac{\text{걸린 시간 동안의 이동 거리}}{\text{걸린 시간}}$$

P에서 Q까지 이동하는 동안,

A와 B가 이동한 거리는 P와 Q 사이의 거리인 $100\,\mathrm{m}$로 같고,

A와 B가 이동한 시간도 $10\,\mathrm{s}$같다.

따라서 A와 B의 평균 속력은 $\frac{100\,\mathrm{m}}{10\,\mathrm{s}}=10\,\mathrm{m/s}$으로 같다.

(ㄴ. 거짓)

ㄷ. B에 대해서 주어진 것과 ㄱ, ㄴ에서 얻은 것을 정리하면 다음과 같다.

위치	P		Q	
속도	$5\,\mathrm{m/s}$			
평균 속도	/	$10\,\mathrm{m/s}$		/
운동 시간	/	$10\,\mathrm{s}$		/
변위	/	$100\,\mathrm{m}$		/

B의 처음 속도 $+5\,\mathrm{m/s}$와 평균 속도 $+10\,\mathrm{m/s}$으로부터

B의 나중 속도가 $+15\,\mathrm{m/s}$임을 알 수 있다.

따라서 B의 속도의 변화량이 $+10\,\mathrm{m/s}$이고

B의 운동 시간이 $10\,\mathrm{s}$이므로

B의 가속도는 $\frac{+10\,\mathrm{m/s}}{10\,\mathrm{s}}=+1\,\mathrm{m/s^2}$이다.

따라서 B의 가속도 크기는 $1\,\mathrm{m/s^2}$이다.

(ㄷ. 거짓)

40. 정답 ④

분석

오른쪽 방향을 양(+)으로 두자.

① A와 B는 각각 등가속도 직선 운동을 한다.

② 등가속도 직선 운동하는 물체의 평균 속도와 변위는 다음과 같이 구할 수 있다.

평균 속도 = (처음 속도 + 나중 속도)/2

변위 = 평균 속도 × 걸린 시간

③ 평균 속도는 다음과 같다.

$$\text{평균 속도}=\frac{\text{걸린 시간 동안의 변위}}{\text{걸린 시간}}$$

④ A와 B는 P를 동시에 통과한 후 Q에 동시에 도달한다.

따라서 A와 B는 P에서 Q까지 운동하는데 걸린 시간이 같다.

A, B에 대해 주어진 것을 정리하면 다음과 같다.

A :

위치	P		Q	
속도	$+4v_0$		0	
평균 속도	/			/
운동 시간	/	t		/
변위	/	$\overline{PQ}$		/

B :

위치	P		Q	
속도	$+v_0$		$+v$	
평균 속도	/			/
운동 시간	/	t		/
변위	/	$\overline{PQ}$		/

해설을 보면서 표를 채워보길 바란다.

해설

④에서 A와 B의 운동 시간과 변위가 서로 같으므로

③에서 A와 B의 평균 속도가 같음을 알 수 있다.

따라서 다음과 같다.

$$\frac{+4v_0+0}{2}=\frac{+v_0+v}{2},\quad v=3v_0$$

42. 정답 ④

분석

오른쪽 방향을 양(+)으로 두자.

① A와 B는 각각 등가속도 직선 운동을 한다.

→ 등가속도 직선 운동하는 물체의 변위는 다음과 같이 계산할 수 있다.

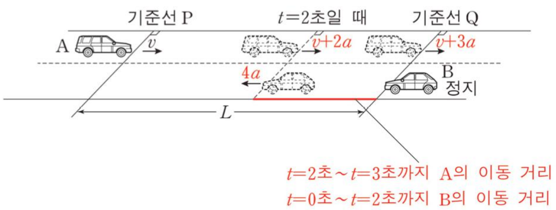
평균 속도= 중간 시점에서의 속도
= 두 시점에서 속도의 평균 값

평균 속도 × 걸린 시간 =걸린 시간 동안의 변위

② A와 B의 가속도를 각각 $+a$, $-2a$로 두자.

③ 0~3초 동안 A의 변위의 크기는 L이다.

해설



A가 $t=2$초~$t=3$초까지 이동 거리와
B가 $t=0$에서 $t=2$초까지 이동 거리가 같다. (위의 빨간색 부분)

$t=2$초일 때 A와 B의 속도는 다음과 같이 계산된다.

$$\text{A}: +v+(+a)\times 2\text{s}=+v+2a$$
$$\text{B}: 0+(-2a)\times 2\text{s}=-4a$$

$t=3$초일 때 A와 B의 속도는 다음과 같이 계산된다.

$$\text{A}: +v+(+a)\times 3\text{s}=+v+3a$$
$$\text{B}: 0+(-2a)\times 3\text{s}=-6a$$

평균 속도와 걸린 시간을 이용하여 변위를 계산해 보자.
A가 $t=2$초~$t=3$초까지 A의 변위는 다음과 같이 계산된다.

$$1)\ \frac{(+v+2a)+(+v+3a)}{2}\times 1\text{s}=+v+\frac{5}{2}a$$

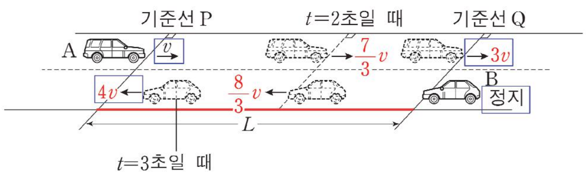
B가 $t=0$에서 $t=2$초까지 변위는 다음과 같이 계산된다.

$$2)\ \frac{0+(-4a)}{2}\times 2\text{s}=-4a$$

1)과 2)의 크기가 같으므로 다음 식이 성립된다.

$$v+\frac{5}{2}a=4a,\ a=\frac{2}{3}v$$

정리된 결과에 따라 수평면에 A, B의 속도를 적어보면 다음과 같다.



주목할 부분이 $t=0$초에서부터 $t=3$초까지 A와 B의 평균 속도의 크기는 다음과 같이 계산된다.

$$\text{A}: \frac{+v+3v}{2}=+2v,\ \text{평균 속도 크기}: 2v$$

$$\text{B}: \frac{0-4v}{2}=-2v,\ \text{평균 속도의 크기}: 2v$$

동일한 시간($t=0$부터 $t=3$초까지) 동안 평균 속도의 크기가 동일하다.
따라서 A와 B의 변위의 크기(이동 거리)는 서로 같다.
$t=0$부터 $t=3$초까지A의 변위의 크기가 L이므로
A가 Q에 도달했을 때($t=3$초) B가 Q로부터 이동한 거리는 L이다.

43. 정답 ㄱ, ㄴ

분석

오른쪽 방향을 양(+)으로 두자.

① 자동차는 등가속도 직선 운동을 한다.

② 등가속도 직선 운동하는 물체의 평균 속도와 변위는 다음과 같이 구할 수 있다.

평균 속도 = (처음 속도 + 나중 속도)/2

변위 = 평균 속도 × 걸린 시간

③ 평균 속도는 다음과 같다.

$$\text{평균 속도} = \frac{\text{걸린 시간 동안의 변위}}{\text{걸린 시간}}$$

④ 자동차의 운동 방향이 바뀌지 않으므로,
A에서 B까지 자동차의 이동 거리는 변위의 크기와 같고,
A에서 B까지 자동차의 평균 속력은 평균 속도의 크기와 같다.

④ 자동차에 대해 주어진 것을 정리하면 다음과 같다.

위치	A		B
속도	+30m/s		
평균 속도	/	+25m/s	/
운동 시간	/	10s	/
변위	/		/

해설을 보면서 표를 채워보길 바란다.

해설

ㄱ. A에서 B까지 운동할 때,
자동차의 평균 속도는 +25m/s,
자동차의 운동 시간은 10s이므로
자동차의 변위는 +25m/s × 10s =+250m이다.

따라서 자동차의 이동 거리는 변위의 크기와 같은 250m이다.
(ㄱ. 참)

ㄴ. A에서 B까지 운동할 때,
자동차의 처음 속도는 +30m/s,
자동차의 평균 속도는 +25m/s이므로
자동차의 나중 속도는 +20m/s이다.

따라서 B를 통과할 때 자동차의 속력은 20m/s이다.
(ㄴ. 참)

ㄷ. 자동차의 속력이 감소하므로,
자동차의 가속도의 방향은 운동 방향과 반대이다.
(ㄷ. 거짓)

44. 정답 ㄱ

분석

오른쪽 방향을 양(+)으로 두자.

① A와 B는 각각 등가속도 직선 운동한다.

② 등가속도 직선 운동하는 물체의 평균 속도와 변위는 다음과 같이 구할 수 있다.

평균 속도 = (처음 속도 + 나중 속도)/2

변위 = 평균 속도 × 걸린 시간

③ 평균 속도는 다음과 같다.

$$\text{평균 속도} = \frac{\text{걸린 시간 동안의 변위}}{\text{걸린 시간}}$$

④ A와 B는 P를 동시에 통과한 후 Q에 동시에 도달한다.
따라서 A와 B는 P에서 Q까지 운동하는데 걸린 시간이 같다.

A, B에 대해 주어진 것을 정리하면 다음과 같다.

A :

위치	P		Q
속도	v		v_1
평균 속도	/		/
운동 시간	/	t	/
변위	/	L	/

B :

위치	P		Q
속도	$4v$		v_2
평균 속도	/		/
운동 시간	/	t	/
변위	/	L	/

해설을 보면서 표를 채워보길 바란다.

마찰력 114~130 [17문항]

114. 정답 ㄱ, ㄷ

해설

ㄱ. (가)와 (나)에서 A와 B는 각각 한 덩어리로 운동한다.
A+B를 전체 계로 했을 때, (가)와 (나)에서 알짜힘의 크기는 F로 같다.
따라서 가속도의 크기(a)는 다음과 같이 계산된다.

$$F=(m+2m)\times a,\ a=\frac{F}{3m}$$

(가)와 (나)에서 A의 가속도의 크기는 $\frac{F}{3m}$로 같다.

(ㄱ. 참)

ㄴ. A가 B에 작용하는 마찰력의 크기를 (가)와 (나)에서 각각 f_1, f_2라 하자.
우선 (가)에서 A와 B의 가속도의 방향은 오른쪽이다.
B에는 A가 B에 작용하는 마찰력만 작용한다.
즉, B의 알짜힘은 A가 B에 작용하는 마찰력이다.

B는 오른쪽으로 운동하므로
(가)에서 A가 B에 작용하는 마찰력의 방향은 오른쪽이다.

(나)에서 A는 오른쪽으로 가속도 운동하는데,
A에는 B가 A에 작용하는 마찰력만 작용한다.
즉, A의 알짜힘은 B가 A에 작용하는 마찰력이다.
A는 오른쪽으로 운동하므로
B가 A에 작용하는 마찰력의 방향은 오른쪽이고
B가 A에 작용하는 마찰력의 반작용이 A가 B에 작용하는 마찰력이므로
A가 B에 작용하는 힘의 방향은 왼쪽이다.
물체에 작용하는 마찰력의 방향을 나타내면 다음과 같다.

따라서 B에 작용하는 마찰력의 방향은 (가)(오른쪽)와 (나)(왼쪽)에서 반대이다.

(ㄴ. 거짓)

ㄷ. B가 A에 작용하는 마찰력의 크기는
(가)에서 A가 B에 작용하는 마찰력, 즉, B의 알짜힘이고
(나)에서는 A의 알짜힘이다.

(가)에서 B의 알짜힘은 다음과 같다.

$$m\times\frac{F}{3m}=\frac{F}{3}$$

(나)에서 A의 알짜힘은 다음과 같다.

$$2m\times\frac{F}{3m}=\frac{2F}{3}$$

따라서 B가 A에 작용하는 마찰력의 크기는 (가)에서가 (나)에서보다 작다.

(ㄷ. 참)

115. 정답 ㄱ

해설

(가)에서 A와 B에 작용하는 마찰력의 크기를 각각 $2f$, f로 두고, (나)에서 A에 작용하는 마찰력의 크기를 f_A라 하자.
A+B를 전체 계로 하면
A+B계의 알짜힘은 (가)와 (나)에서 모두 0이다.
(가)에서 A+B 계에서는 오른쪽으로 10N, 왼쪽으로 마찰력(f, $2f$)이 평형을 이룬다.
(나)에서 A+B 계는 B의 중력과 A에 작용하는 마찰력(f_A)이 평형을 이룬다.
따라서 다음 식이 성립한다.

$$3f=10\text{N},\ f_A=10\text{N}$$

$$f=\frac{10\text{N}}{3}$$

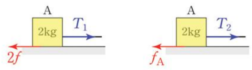
ㄱ. (가)에서 B에 작용하는 마찰력의 크기는 $f=\frac{10}{3}$N이다.

(ㄱ. 참)

ㄴ. (가)에서 A에 작용하는 마찰력의 크기는 $2f=\frac{20}{3}$N이고
(나)에서 A에 작용하는 마찰력의 크기는 $f_A=10$N이다.
따라서 A에 작용하는 마찰력의 크기는 (가)에서가 (나)에서보다 작다.

(ㄴ. 거짓)

ㄷ. (가)와 (나)에서 A를 계로 두고, A에 작용하는 힘을 분석해 보면 다음과 같다. (실이 A를 당기는 힘의 크기를 (가)와 (나)에서 각각 T_1, T_2로 두자.)



A에 작용하는 힘은 실의 장력과 마찰력 뿐이다.
A의 알짜힘의 크기가 0이므로
실이 A를 당기는 힘의 크기는 A에 작용하는 마찰력의 크기와 같다.
(가)와 (나)에서 A에 작용하는 마찰력의 크기가 각각 $\frac{20}{3}$N, 10N 이므로 서로 같지 않다.

(ㄷ. 거짓)

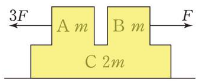
118. 정답 ㄱ, ㄴ

해설

ㄱ, ㄴ.

A+B+C 전체 계의 운동 방정식을 세워보자.

(가속도의 크기를 a, 오른쪽 방향을 양(+)으로 두자.)



① 계의 질량과 가속도의 곱:

$$(m+m+2m)\times(-a)=-4ma$$

② 계에 작용하는 모든 외부힘의 합력:

$$-3F+(+F)=-2F$$

③ ①과 ②가 같다.

$$-2F=-4ma,\ a=\frac{F}{2m}$$

B는 음(−)의 방향으로 A와 C와 함께 등가속도 운동한다.

만약 C가 B에 작용하는 마찰력의 방향이 양(+)의 방향이었다면 B의 알짜힘의 방향이 양(+)의 방향일 것이다.

(왜냐하면, 마찰력과 F가 양(+)의 방향이기 때문이다.)

따라서 B에 작용하는 마찰력의 방향은 B의 운동 방향인 음(−)의 방향이다.

(ㄱ. 참), (ㄴ. 참)

A에 작용하는 마찰력의 크기를 f_A,

B에 작용하는 마찰력의 크기를 f_B로 두자.

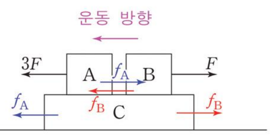
A의 알짜힘의 크기는 A의 질량과 A의 가속도의 곱과 같다.

그 크기는 다음과 같다.

$$m\times-\frac{F}{2m}=-\frac{F}{2}$$

A의 알짜힘이 왼쪽으로 $\frac{F}{2}$가 되기 위해서는 A에 작용하는 마찰력의 방향이 오른쪽(양(+))이어야 한다.

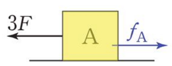
A와 B에 작용하는 마찰력의 방향을 표기해 보면 다음과 같다.



ㄷ. A를 계로 하여 운동 방정식을 세워보자.

① 계의 질량과 가속도의 곱:

$$m\times-\frac{F}{2m}=-\frac{F}{2}$$



② 계에 작용하는 모든 외부힘의 합력:

$$-3F+(+f_A)=-3F+f_A$$

③ ①과 ②가 같다.

$$-3F+f_A=-\frac{F}{2},\ f_A=\frac{5}{2}F$$

A가 C에 작용하는 마찰력은 C가 A에 작용하는 마찰력과 작용 반작용 관계이므로 서로 크기가 같고 방향이 반대이다.

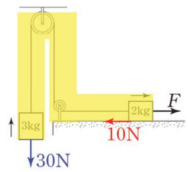
따라서 A가 C에 작용하는 마찰력의 크기는 $f_A=\frac{5}{2}F$이다.

(ㄷ. 거짓)

119. 정답 ④

해설

질량이 2kg인 물체와 질량이 3kg인 물체를 전체 계로 하여 운동 방정식을 세워보면 다음과 같다. (F의 방향을 양(+)으로 두자.)



① 계의 질량과 가속도의 곱:

$$(3\text{kg}+2\text{kg})\times0=0$$

② 계에 작용하는 모든 외부힘의 합력:

$$+F+(3\text{kg}\times-10\text{m/s}^2)+(-10\text{N})=F-40$$

③ ①과 ②가 같다.

$$F-40=0,\ F=40\text{N}$$

따라서 $F=40$N이다.

120. 정답 ㄴ

해설

ㄱ. 물체에 작용하는 알짜힘의 크기는 질량×가속도의 크기이다.

A와 B의 질량은 1kg으로 같고, 가속도의 크기 또한 0.5m/s^2으로 같다.

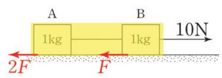
따라서 물체에 작용하는 알짜힘의 크기는 0.5N으로 같다.

(ㄱ. 거짓)

ㄴ. A+B를 계로 하여 운동 방정식을 세워보자. (오른쪽 방향을 양(+)으로 두자.)

① 계의 질량과 가속도의 곱:

$$(1\text{kg}+1\text{kg})\times+0.5\text{m/s}^2=+1\text{N}$$



② 계에 작용하는 모든 외부힘의 합력:

$$+10\text{N}+(-F)+(-2F)=10\text{N}-3F$$

③ ①과 ②가 같다.

$$1\text{N}=+10\text{N}-3F,\ F=3\text{N}$$

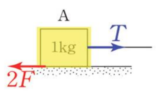
따라서 $F=3$N이다.

(ㄴ. 참)

ㄷ. A를 계로 하여 운동 방정식을 세워보자. (실이 A를 당기는 힘의 크기를 T로 두자.)

① 계의 질량과 가속도의 곱:

$$1\text{kg}\times(+0.5\text{m/s}^2)=+0.5\text{N}$$



② 계에 작용하는 모든 외부힘의 합력:

$$+T+(-6\text{N})=+T-6\text{N}$$

③ ①과 ②가 같다.

$$+0.5\text{N}=+T-6\text{N},\ T=6.5\text{N}$$

따라서 실이 A를 당기는 힘의 크기는 6.5N이다.

(ㄷ. 거짓)

121. 정답 ㄱ, ㄴ

해설

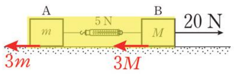
ㄱ, ㄴ.

A+B를 계로 하여 운동 방정식을 세워보자. (오른쪽 방향을 양(+)으로 두자.)

① 계의 질량과 가속도의 곱:

$$(m+M)\times +2\text{m/s}^2 = +2(m+M)$$

② 계에 작용하는 모든 외부힘의 합력:



$$+20\text{N} + (-m\times 10\text{m/s}^2\times 0.3) + (-M\times 10\text{m/s}^2\times 0.3) = 20-3m-3M$$

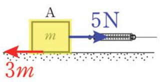
③ ①과 ②가 같다.

$$2(m+M)=20-3m-3M,$$
$$m+M=4\text{kg}$$

A를 계로 하여 운동 방정식을 세워보자.

① 계의 질량과 가속도의 곱:

$$m\times +2\text{m/s}^2 = +2m$$



② 계에 작용하는 모든 외부힘의 합력:

$$+5\text{N}+(-m\times 10\text{m/s}^2\times 0.3) = +5-3m$$

③ ①과 ②가 같다.

$$+2m=+5-3m,\ m=1\text{kg}$$

$m+M=4$kg이고, $m=1$kg이므로, $M=3$kg이며,
A와 수평면 사이의 마찰력의 크기는 다음과 같이 계산된다.

$$1\text{kg}\times 10\text{m/s}^2\times 0.3 = 3\text{N}$$

(ㄱ. 참), (ㄴ. 참)

ㄷ. B에 작용하는 알짜힘의 크기는 B의 질량×가속도이다.

따라서 B에 작용하는 알짜힘의 크기는 다음과 같다.

$$3\text{kg}\times 2\text{m/s}^2 = 6\text{N}$$

(ㄷ. 거짓)

122. 정답 ④

해설

나무도막은 P에서 Q까지 이동하는 동안 등가속도 운동하여 정지한다.
P에서 속도가 오른쪽으로 2m/s이고, Q에서 속도가 0이므로
P에서 Q로 이동하는 동안 나무도막의 평균 속도의 크기는 다음과 같다.

$$\frac{2\text{m/s}+0}{2}=1\text{m/s}$$

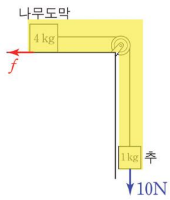
그런데, P와 Q 사이의 거리가 1m이므로 물체가 P에서 Q까지 이동하는데 걸리는 시간(t)은 다음과 같다.

$$t=\frac{1\text{m}}{1\text{m/s}}=1\text{s}$$

P에서 Q까지 이동하는 동안 물체의 가속도는 다음과 같이 계산된다. (오른쪽 방향을 양(+)으로 두자.)

$$\frac{0-(+2\text{m/s})}{1\text{s}}=-2\text{m/s}^2$$

나무도막과 수평면 사이의 마찰력의 크기를 f로 두고 나무도막과 추를 전체 계로 하여 운동 방정식을 세워보면 다음과 같다.



① 계의 질량과 가속도의 곱:

$$(4\text{kg}+1\text{kg})\times(-2\text{m/s}^2)=-10\text{N}$$

② 계에 작용하는 모든 외부힘의 합력:

$$1\text{kg}\times(+10\text{m/s}^2)+(-f)=+10\text{N}-f$$

③ ①과 ②가 같다.

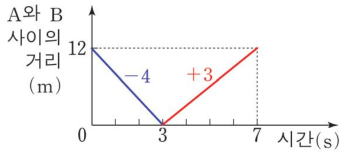
$$-10\text{N}=+10\text{N}-f,\ f=20\text{N}$$

따라서 나무도막과 수평면 사이의 마찰력의 크기는 20N이다.

190. **정답** ②

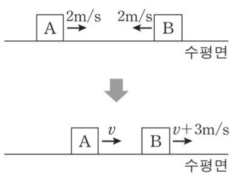
해설

그림 (나)의 그래프의 기울기를 통해 A에 대한 B의 상대 속도를 계산해 보면 다음과 같다.



충돌 전후 속도를 각각 구해보자.

※ 실제 문제 풀때는 아래 그림처럼 m/s 단위를 생략하고 풀어도 무방하다.



① 0초에서 3초까지 A에 대한 B의 상대 속도가 −4m/s이다. 그런데 0초에서 3초까지 A의 속도가 +2m/s이므로 B의 속도가 −2m/s임을 알 수 있다.

② 충돌 후 A에 대한 B의 상대 속도가 +3m/s이므로 다음과 같이 둘 수 있다.
A의 속도: $+v$
B의 속도: $+v+3$m/s

A의 속력은 충돌 후가 1m/s이다.
즉, v의 크기가 1m/s이라는 의미이다.
그런데 해당 문제에서는 방향이 나타나 있지 않기 때문에 오른쪽 방향(+)인지, 왼쪽 방향(−)인지 판별해야한다.

③ A의 속도가 +1m/s인 경우

A의 속도가 +1m/s인 경우 충돌 후 B의 속도는 다음과 같다.

$$+1\text{m/s}+3\text{m/s}=+4\text{m/s}$$

충돌 전후 속도 변화량의 비를 알 수 있다. 이를 통해 질량비를 구할 수 있다.
A의 속도 변화량: +1m/s−(+2m/s)=−1m/s
B의 속도 변화량: (+4m/s)−(−2m/s)=+6m/s
속도 변화량의 크기 비: 1:6
속도 변화량의 크기의 역수 비: 6:1
따라서 A와 B의 질량비는 다음과 같다.

$$m_A : m_B = 6:1$$

그런데 A와 B의 질량비가 6:1이고, A와 B의 충돌 후 속력의 비가 1:4이므로 운동량의 크기 비는 속력 비와 질량비의 곱으로 다음과 같다.

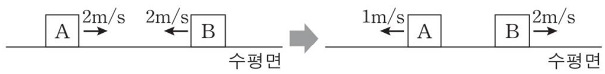
$$6\times1 : 1\times4 = 3:2$$

충돌 후 운동량의 크기는 B가 A보다 커야 하므로 모순이다.
따라서 A의 속도는 +1m/s가 아니다.

④ A의 속도가 −1m/s인 경우

A의 속도가 −1m/s인 경우 충돌 후 B의 속도는 다음과 같다.

$$-1\text{m/s}+3\text{m/s}=+2\text{m/s}$$



충돌 전 후 속도 변화량의 비를 알 수 있다. 이를 통해 질량비를 구할 수 있다.
A의 속도 변화량: −1m/s−(+2m/s)=−3m/s
B의 속도 변화량: (+2m/s)−(−2m/s)=+4m/s
속도 변화량의 크기 비: 3:4
속도 변화량의 크기의 역수 비: 4:3
따라서 A와 B의 질량비는 다음과 같다.

$$m_A : m_B = 4:3$$

A와 B의 질량비가 4:3이고, A와 B의 충돌 후 속력이 1:2이므로 운동량의 크기 비는 속력 비와 질량비의 곱으로 다음과 같다.

$$4\times1 : 3\times2 = 2:3$$

충돌 후 운동량의 크기는 B가 A보다 커야 하므로 조건을 만족한다.

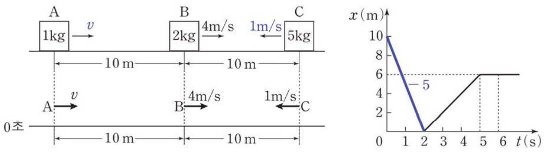
191. 정답 ㄱ, ㄴ, ㄷ

해설

오른쪽 방향을 양(+)으로 두자.

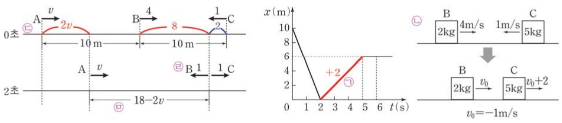
○ $t=0$ 부터 $t=2$초까지 (나)의 기울기는 B에 대한 C의 상대 속도와 같다.
그림 (나)에서 $t=0$ 부터 $t=2$초까지 기울기가 -5이므로 B에 대한 C의 상대 속도는 -5m/s이다. 따라서 C의 속도는 -1m/s이다.

○ A의 속도를 $+v$로 두고 A, B, C의 위치를 수평면상에 적어두면 아래 그림과 같다.



① $t=0$초에서 $t=2$초까지 물체의 운동

아래 그림 ㉠~㉤을 따라가면서 설명을 해보면 다음과 같다.



㉠ $t=2$초부터 $t=5$초까지 (나)의 기울기는 B에 대한 C의 상대 속도와 같다.
그림 (나)에서 $t=2$초부터 $t=5$초까지 기울기가 $+2$이므로 충돌 직후 B에 대한 C의 상대 속도는 $+2$m/s이다.

㉡ 충돌 후 B에 대한 C의 상대 속도는 $+2$m/s이므로
충돌 후 B, C의 속도를 각각 v_0, v_0+2로 둘 수 있다.
충돌 전후 B와 C의 운동량이 보존되므로 다음이 성립한다.

$$2\text{kg}\times(+4\text{m/s})+5\text{kg}\times(-1\text{m/s})=2\text{kg}\times v_0+5\text{kg}\times(v_0+2)$$
$$v_0=-1\text{m/s}$$

㉢ A, B, C의 속도를 알 수 있으므로 $t=0$초에서 $t=2$초까지 A, B, C의 변위를 각각 구할 수 있다.

$$\text{A}: +v\times 2\text{s}=+(2v)\text{m}$$
$$\text{B}: +4\text{m/s}\times 2\text{s}=+8\text{m}$$
$$\text{C}: -1\text{m/s}\times 2\text{s}=-2\text{m}$$

이에 따라 $t=2$초일 때 A, B, C의 위치를 수평면상에 표현할 수 있다.

㉣ B와 C가 충돌한 후 B와 C의 속도가 각각 -1m/s, $+1$m/s이므로 $t=2$초일 때 충돌 후 속도를 적어둔다.

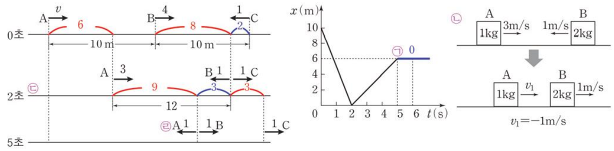
㉤ 그런데, $t=2$초에서 $t=5$초까지 A가 봤을 때 B는 변위는 왼쪽으로 $(18-2v)$m 이므로
A에 대한 B의 상대 속도$(-1\text{m/s}-(+v)=-1-v)$를 이용하면 다음 식이 성립된다.

$$-(18-2v)\text{m}=(-1-v)\times 3\text{s}$$
$$v=+3\text{m/s}$$

$t=0$일 때 A의 속도는 오른쪽으로 3m/s이다.

② $t=2$초에서 $t=5$초까지 물체의 운동

아래 그림 ㉠~㉤을 따라가면서 설명을 해보면 다음과 같다.



㉠ $t=5$초 이후 (나)의 기울기는 B에 대한 C의 상대 속도와 같다.
그림 (나)에서 $t=5$초 이후 기울기가 0이므로
B에 대한 C의 상대 속도는 0이다. (충돌 후 B와 C의 속도는 같다.)

㉡ 충돌 후 B와 C의 속도는 같다.
따라서 충돌 후 B의 속도는 1m/s이다.
충돌 후 A의 속도를 $+v_1$으로 두자.
충돌 전후 A와 B의 운동량이 보존되므로 다음이 성립한다.

$$1\text{kg}\times(+3\text{m/s})+2\text{kg}\times(-1\text{m/s})=1\text{kg}\times v_1+2\text{kg}\times(+1\text{m/s})$$
$$v_1=-1\text{m/s}$$

㉢ A, B, C의 속도를 알 수 있으므로 $t=2$초에서 $t=5$초까지 A, B, C의 변위를 각각 구할 수 있다.

$$\text{A}: +3\text{m/s}\times 3\text{s}=+9\text{m}$$
$$\text{B}: -1\text{m/s}\times 3\text{s}=-3\text{m}$$
$$\text{C}: +1\text{m/s}\times 3\text{s}=+3\text{m}$$

이에 따라 $t=5$초일 때 A, B, C의 위치를 수평면상에 표현할 수 있다.

㉣ A와 B가 충돌한 후 A와 B의 속도가 각각 -1m/s, $+1$m/s 이다.
$t=5$초일 때 충돌 후 속도를 적어둔다.

ㄱ. B와 C가 충돌하기 직전 운동량의 크기 합은 충돌한 직후 운동량의 크기 합과 같다. (운동량 보존법칙)
충돌하기 전 운동량의 합은 다음과 같이 계산된다.

$$2\text{kg}\times(+4\text{m/s})+5\text{kg}\times(-1\text{m/s})=3\text{kg}\cdot\text{m/s}$$

이는 B와 C가 충돌한 직후 운동량과 같다.
따라서 3초일 때, B와 C의 운동량 합의 크기는 3kg·m/s이다.
(ㄱ. 참)

ㄴ. $t=6$초일 때, A의 속도의 크기는 1m/s이다.
(ㄴ. 참)

ㄷ. B의 속력은 $t=4$초일 때 1m/s, $t=6$초일 때 1m/s이므로
B의 운동 에너지는 4초일 때와 6초일 때가 같다.
(ㄷ. 참)

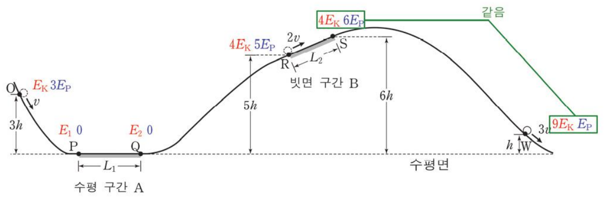
236. 정답 ②

해설

○ 각 위치에서 물체의 운동 에너지와 중력 퍼텐셜 에너지를 적어보면 다음과 같다. $\frac{1}{2}mv^2 = E_K$, $mgh = E_P$로 두자. (물체의 질량을 m으로 두자.)

※ 조건에서 '물체는 구간 A, B에서 각각 등가속도, 등속도 운동'하므로 B에서 물체의 속력은 일정하며, B의 시작점과 끝점에서 물체의 속력은 같으므로 B의 시작점과 끝점에서 운동 에너지는 같을 것이다.

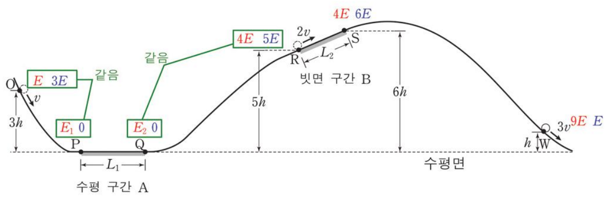
위치	운동 에너지	중력 퍼텐셜 에너지	역학적 에너지
O	E_K	$3E_P$	E_K+3E_P
P	E_1	0	E_1+0
Q	E_2	0	E_2+0
R	$4E_K$	$5E_P$	$4E_K+5E_P$
S	$4E_K$	$6E_P$	$4E_K+6E_P$
W	$9E_K$	E_P	$9E_K+E_P$



① S에서 W까지 이동하는 동안 물체의 역학적 에너지가 보존된다. 따라서 다음 식이 성립한다.

$$4E_K+6E_P=9E_K+E_P,\ E_K=E_P$$

$E_K=E_P=E$로 두자.



② O에서 P까지 이동하는 동안 물체의 역학적 에너지가 보존되고 Q에서 R까지 이동하는 동안 물체의 역학적 에너지가 보존된다. 따라서 다음 식이 성립한다.

O에서 P까지: $E+3E=E_1+0$, $E_1=4E=4E_K$

Q에서 R까지: $4E+5E=E_2+0$, $E_1=9E=9E_K$

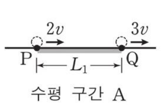
P와 Q에서 물체의 속력을 구해보자.

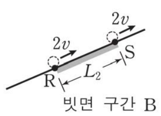
A	$4E_K \rightarrow 4$	$4 \rightarrow 4/1=4$	$4 \rightarrow \sqrt{4}=2$	$2 \rightarrow 2v$
B	$9E_K \rightarrow 9$	$9 \rightarrow 9/1=9$	$9 \rightarrow \sqrt{9}=3$	$3 \rightarrow 3v$
	E_K를 뗌	m앞 상수 로 나눔	루트(제곱근)을 씌움	v를 곱합

③ L_1과 L_2를 이동하는데 걸리는 시간이 같으므로 L_1과 L_2의 비는 평균 속도의 크기 비와 같다. 평균 속도의 크기는 다음과 같이 계산된다.

L_1을 지날 때: $\frac{2v+3v}{2}=\frac{5}{2}v$

L_2을 지날 때: $\frac{2v+2v}{2}=2v$





따라서 $\frac{L_2}{L_1}=\frac{2v}{\frac{5}{2}v}=\frac{4}{5}$ 이다.

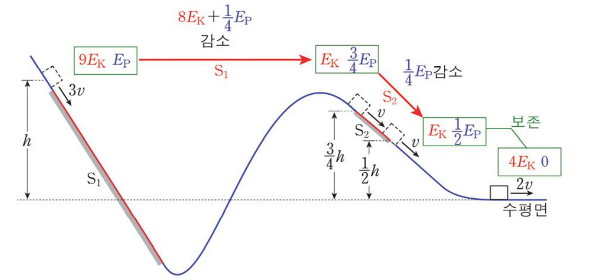
237. 정답 ①

해설

○ 각 위치에서 물체의 운동 에너지와 중력 퍼텐셜 에너지를 적어보면 다음과 같다. $\frac{1}{2}mv^2 = E_K$, $mgh = E_P$로 두자.

※ 조건에서 '물체는 빗면 구간 S_1, S_2에서 각각 등속도 운동'하므로 S_1, S_2에서 물체의 속력은 일정하며, S_1의 시작점과 끝점에서 물체의 속력은 같으므로 S_1의 시작점과 끝점에서 운동 에너지는 같을 것이다. 이는 S_2도 마찬가지이다.

위치	운동 에너지	중력 퍼텐셜 에너지	역학적 에너지
S_1 시작점	$9E_K$	E_P	$9E_K+E_P$
S_2 시작점	E_K	$\frac{3}{4}E_P$	$E_K+\frac{3}{4}E_P$
S_2 끝점	E_K	$\frac{1}{2}E_P$	$E_K+\frac{1}{2}E_P$
마지막 수평면	$4E_K$	0	$4E_K$



① S_1의 시작점에서 S_1의 끝점까지 운동하는 동안 역학적 에너지가 감소한다.
S_1의 끝점에서 S_2의 시작점 까지는 역학적 에너지가 보존되므로 S_1의 시작점과 S_2의 시작점 사이 역학적 에너지 차는 S_1에서 손실된 에너지와 같다.
그 값은 다음과 같이 계산된다.

$$E_1 = 9E_K+E_P - \left(E_K+\frac{3}{4}E_P\right)$$

$$E_1 = 8E_K+\frac{1}{4}E_P$$

② S_2의 시작점에서 S_2의 끝점까지 운동하는 동안 역학적 에너지가 감소한다. 그 값은 다음과 같다.

$$E_2 = E_K+\frac{3}{4}E_P - \left(E_K+\frac{1}{2}E_P\right)$$

$$E_2 = \frac{1}{4}E_P$$

③ S_2의 끝점에서 수평면까지 물체의 역학적 에너지가 보존된다. 따라서 다음 식을 만족한다.

$$E_K+\frac{1}{2}E_P= 4E_K,\ \frac{1}{6}E_P= E_K$$

④ $\frac{1}{6}E_P= E_K$를 $E_1=8E_K+\frac{1}{4}E_P$ 에 대입해 보면, $E_1=\frac{19}{12}E_P$ 이다.

따라서 $\frac{E_1}{E_2}=\frac{19}{3}$이다.

238. 정답 ②

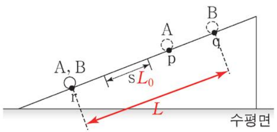
분석

① 빗면 가속도를 a,
B의 질량을 m이라 두면,
B의 중력 퍼텐셜 에너지 감소량은
구간 s에서 작용하는 힘이 없을 때
B의 운동 에너지 증가량과 같고,
이는 B에 작용하는 알짜힘이 한 일과 같다.
즉, ma와 q에서 r까지의 거리의 곱과 같다.

② B의 운동 에너지 증가량은
B의 중력 퍼텐셜 에너지 감소량에서
구간 s에서 B에 작용한 외부 힘이 한 일의 양을
뺀 것과 같다.
구간 s에서 B에 작용한 외부 힘의 크기는 ma이므로
구간 s에서 B에 작용한 외부 힘이 한 일의 양은
ma와 구간 s의 길이의 곱과 같다.

③ ①, ②를 종합하면
q와 r 사이의 거리를 L,
구간 s의 길이를 L_0라 두면
$\dfrac{E_1}{E_2}$는 다음과 같다.

$$\frac{E_1}{E_2}=\frac{L-L_0}{L}$$



따라서 문제를 풀기 위해
물체가 지나는 점들 사이의 거리를 분석하면 된다.

④ 속력-시간 그래프에서
그래프의 기울기는 가속도의 크기이고
그래프가 시간 축과 이루는 부분의 면적은 이동 거리이다.

⑤ 등가속도 직선 운동하는 물체의
처음 속도와 나중 속도를 각각 v_0, v라 하고,
변위, 운동 시간, 가속도를 각각 s, t, a라 하면
다음과 같은 세 가지 등식이 성립한다.

$$v=v_0+at$$

$$s=v_0t+\frac{1}{2}at^2$$

$$2as=v^2-v_0^2$$

해설

그림 (나)를 통해 물체의 이동 거리를 분석하자.
시간 구간별 A의 이동 거리는 다음과 같다.

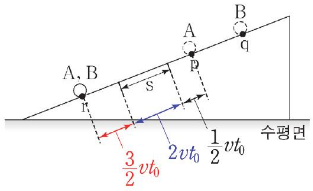
$0\sim t_0$: $\frac{1}{2}vt_0$

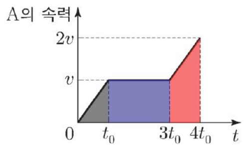
$t_0\sim 3t_0$: $2vt_0$

$3t_0\sim 4t_0$: $\frac{3}{2}vt_0$

구간 s의 길이는 $2vt_0$이고,

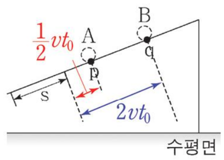
p에서 구간 s의 시작점까지의 거리는 $\frac{1}{2}vt_0$이다.





A와 B는 각각 같은 가속도로 운동하여
구간 s의 시작점을 각각 v, $2v$의 속력으로 지난다.

등가속도 직선 운동 공식을 생각해보면
A와 B가 가만히 놓인 순간부터
구간 s의 시작점에 도달하는 순간까지의 이동 거리는
$v^2:4v^2=1:4$의 비율을 이룬다.
따라서 q에서 구간 s의 시작점까지의 거리는
p에서 구간 s의 시작점까지의 거리의 4배인
$2vt_0$이다.



③에서 다음과 같다.

$$L=2vt_0+2vt_0+\frac{3}{2}vt_0=\frac{11}{2}vt_0$$

$$L_0=2vt_0$$

따라서 다음과 같다.

$$\frac{E_1}{E_2}=\frac{\frac{11}{2}-2}{\frac{11}{2}}=\frac{7}{11}$$

239. 정답 ②

해설

$mgh=\frac{1}{2}mv^2$으로 두자.

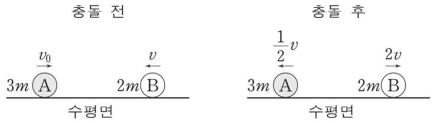
즉, 높이 h에서 정지 상태로 가만히 놓은 물체가 수평면에 도달했을 때 속력을 v로 두자.
B는 충돌 후 수평면에서 $4h$의 높이로 올라가 정지하므로
충돌 직 후 B의 속력은 $2v$임을 알 수 있다.

B의 속력은 충돌 후가 충돌 전의 2배이므로
충돌 전 B의 속력은 v이다.
따라서 충돌 전 B는 h의 높이에서 정지할 것이므로 $h_B=h$이다.

충돌 후 A는 $\frac{h}{4}$의 높이에서 정지하므로

충돌 후 A의 속력은 $\frac{1}{2}v$임을 알 수 있다.

충돌 전 후 A와 B의 속력을 나타내 보면 다음과 같다.
(충돌 전 A의 속력을 v_0로 두고, 오른쪽 방향을 양(+)으로 두자.)



충돌 전 후 A와 B의 운동량의 합이 보존되므로 다음 식이 성립된다.

$$+3mv_0+2m(-v)=3m\left(-\frac{1}{2}v\right)+2m(2v),\ v_0=\frac{3}{2}v$$

수평면에서 A의 역학적 에너지를 구해보자.

A의 운동 에너지: $\frac{1}{2}(3m)\left(\frac{3}{2}v\right)^2=\frac{27}{8}mv^2=\frac{27}{4}mgh$

A의 중력 퍼텐셜 에너지: 0

A의 역학적 에너지: $\frac{27}{4}mgh$

그런데 마찰 구간을 지나는 동안 A의 속력이 일정하다.
즉, 마찰 구간을 지나는 동안 A의 역학적 에너지 감소량은
A의 중력 퍼텐셜 에너지 감소량과 같다.
그 값은 다음과 같다.

$$(3m)g\left(\frac{3}{4}h\right)=\frac{9}{4}mgh$$

h_A높이에서 A의 속력이 0이므로
h_A의 높이에서 A의 역학적 에너지는 A의 중력 퍼텐셜 에너지와 같다. 그 값은 다음과 같다.

$$(3m)g(h_A)=3mgh_A$$

h_A에서 역학적 에너지 ($3mgh_A$)에서

마찰에 의해 손실된 에너지 ($\frac{9}{4}mgh$)를 빼준 값은

수평면에서 역학적 에너지 ($\frac{27}{4}mgh$)와 같다. 따라서 다음 식이 성립한다.

$$3mgh_A-\frac{9}{4}mgh=\frac{27}{4}mgh,\ h_A=3h,\ \frac{h_B}{h_A}=\frac{1}{3}\text{이다.}$$

240. 정답 ㄱ, ㄴ

해설

ㄱ. 빗면 경사가 가파를수록(빗면 각이 클수록) $g\sin\theta$가 증가한다.
즉, θ_A는 θ_B보다 작으므로 빗면 가속도는 A가 B보다 작다.
A와 B의 빗면 가속도를 각각 a_A, a_B로 두면 $a_A<a_B$이다.
A와 B의 질량을 각각 m_A, m_B로 두자.
그런데 A와 B가 실로 연결되어 있는 상태에서 A가 빗면 아래로 이동하므로
빗면 아래로 작용하는 힘의 크기가 A에서가 B에서보다 커야한다. ($m_Aa_A>m_Ba_B$)
$a_A<a_B$인데, $m_Aa_A>m_Ba_B$가 되려면 $m_A>m_B$이어야 한다.

한편 s만큼 이동한 후 A와 B의 속력은 같다. (연결되어 있으므로 속력과 가속도의 크기는 같다.)
따라서 운동량은 A가 B보다 크다. (ㄱ. 참)

ㄴ. A+B계를 살펴보자.
A+B계는 중력과 수직 항력만 작용한다.
그리고 A와 B에 작용하는 수직 항력이 일을 하지 않는다.
따라서 A+B계의 중력만 일을 하므로, A+B전체 계의 역학적 에너지는 보존된다.

A의 역학적 에너지는 A에 작용하는 장력이 음(−)의 일을 하므로
역학적 에너지가 감소한다.
A+B전체 계의 역학적 에너지가 보존되어야 하므로
A의 역학적 에너지 감소량만큼 B의 역학적 에너지는 증가해야한다. (ㄴ. 참)

ㄷ. A+B계가 s만큼 이동하는 동안 증가한 에너지와 감소한 에너지를 살펴보자.

	에너지
증가한 에너지	A의 운동 에너지 증가량, B의 운동 에너지 증가량, B의 중력 퍼텐셜 에너지 증가량
감소한 에너지	A의 중력 퍼텐셜 에너지 감소량

A+B 계의 역학적 에너지가 보존되어야 하므로
A+B 계의 증가한 에너지와 감소한 에너지는 같아야 한다.

A의 운동 에너지 증가량 + B의 운동 에너지 증가량
+ B의 중력 퍼텐셜 에너지 증가량 =
A의 중력 퍼텐셜 에너지 감소량

A의 중력 퍼텐셜 에너지 감소량>B의 중력 퍼텐셜 에너지 증가량

따라서 A의 중력에 의한 퍼텐셜 에너지 감소량은 B의 중력 퍼텐셜 에너지 증가량보다 크다. (ㄷ. 거짓)

288. 정답 ①

해설

○ $E_P = E_K = E_0\left(\frac{1}{2}mv^2 = mgh\right)$, $E_S = \frac{1}{2}kd^2$로 두자. 물체가 정지 상태에서 h의 높이만큼 내려왔을 때 속력을 v로 두고, h_A의 높이에서 A의 중력 퍼텐셜 에너지를 $mgh_A = E_A$로 두자.

○ B는 $9h$만큼 내려오므로, 수평면에서 B의 속력은 $3v$이다.

○ 충돌 직전 A와 B의 속력이 같으므로 A의 속력은 $3v$이다. 충돌 후 A의 속력을 v_A로 두면 아래 그림과 같다.

이때 운동량 보존법칙을 적용해 보면 다음과 같다.

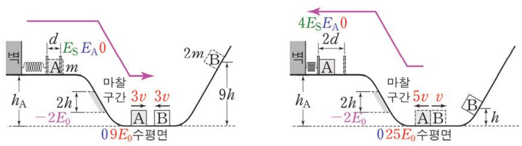
$m\times(+3v)+2m\times(-3v) = m\times(-v_A)+2m\times(+v)$, $v_A = 5v$

○ 문제 상황을 정리해 보면 다음과 같다.

A가 마찰면을 지날 때 속력이 일정하므로, 마찰면에서 운동 에너지 변화량은 0이다.

하지만 A의 중력 퍼텐셜 에너지가 $2E_P = 2E_0$만큼 감소하므로

A의 역학적 에너지 감소량은 A의 중력 퍼텐셜 에너지 감소량과 같은 $2E_0$이다.



충돌 전 용수철이 최대로 압축되었을 때

A의 역학적 에너지와 용수철에 저장된 탄성 퍼텐셜 에너지 합에서

마찰면에서 손실된 에너지($2E_0$)를 뺀 값이

수평면에서의 역학적 에너지와 같아야 한다.

따라서 다음 식이 성립된다.

① $E_S + E_A + 0 - 2E_0 = 0 + 9E_0$, $E_S + E_A = 11E_0$

충돌 후

수평면에서의 역학적 에너지에서

마찰면에서 손실된 에너지($2E_0$)를 뺀 값이

용수철이 최대로 압축되었을 때 A의 역학적 에너지와 용수철에 저장된 탄성퍼텐셜 에너지 합과 같아야한다.

따라서 다음 식이 성립된다.

② $0 + 25E_0 - 2E_0 = E_A + 0 + 4E_S$, $4E_S + E_A = 23E_0$

①과 ②를 연립하여 E_A를 E_0로 나타내면 다음과 같다.

$$E_A = 7E_0$$

$E_A = mgh_A$, $E_0 = \frac{1}{2}mv^2 = mgh$이므로 $h_A = 7h$이다.

289. 정답 ⑤

해설

오른쪽 방향을 양(+)으로두자.

① 원래 길이가 되는 순간 A, B, C의 운동량의 합이 보존된다.

(가)에서 A, B, C는 모두 정지해 있으므로, 운동량의 합은 0이다.

(나)에서 A의 속력을 v_A, B,C의 속력을 v_B 로 두면 운동량의 합은 다음과 같이 계산된다.

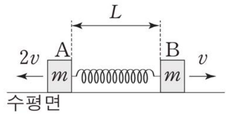
$$(m+m)\times(+v_B)+m(-v_A)=0,\ 2v_B = v_A$$

$v_A = 2v$, $v_B = v$로 두자.

(가)→(나)로 변하는 동안 A+B+C의 운동 에너지의 합과 용수철 퍼텐셜 에너지 합은 보존된다. 따라서 다음 식이 성립된다.

$$\frac{1}{2}kd^2 = \frac{1}{2}m(2v)^2 + \frac{1}{2}(m+m)v^2 = 3mv^2,\quad \frac{1}{2}kd^2 = 3mv^2 \ldots ①$$

B와 C가 분리된 후 모습은 다음과 같다.



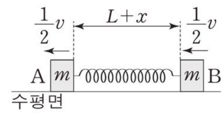
A와 B의 운동량의 합은 다음과 같다.

$$m\times(+v)+m\times(-2v) = -mv$$

C가 B로부터 분리된 후 용수철이 L로부터 최대 x만큼 늘어났을 때, A에 대한 B의 상대 속도가 0이어야 한다. 즉, A와 B의 속도가 같아야한다. 이때 A와 B의 속도를 V로 두면 다음 식이 성립된다.

$$(m+m)V = -mv,\quad V = -\frac{1}{2}v$$

즉, 용수철 길이가 최대가 되는 순간을 그려보면 다음과 같다.



용수철 길이가 L인 순간과 $L+x$인 순간 A+B의 운동 에너지의 합과 용수철 퍼텐셜 에너지 합이 보존되므로 다음 식이 성립된다.

$$\frac{1}{2}m(2v)^2 + \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}kx^2 + \frac{1}{2}(m+m)\left(\frac{1}{2}v\right)^2,\quad \frac{1}{2}kx^2 = \frac{9}{4}mv^2 \ldots ②$$

①식에 ②식을 나누면 다음과 같다.

$$\frac{d^2}{x^2} = \frac{4}{3},\quad x = \frac{\sqrt{3}}{2}d$$