

◆ 06 수능 20~23번

[20~23] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

독일의 발명가 루돌프 디젤이 새로운 엔진에 대한 아이디어를 내고 특허를 얻은 것은 1892년의 일이었다. 1876년 오토가 발명한 가솔린 엔진의 효율은 당시에 무척 떨어졌으며, 널리 사용된 증기 기관의 효율 역시 10%에 불과했고, 가동 비용도 많이 드는 단점이 있었다. 디젤의 목표는 고효율의 엔진을 만드는 것이었고, 그의 아이디어는 훨씬 더 높은 압축 비율로 연료를 연소시키는 것이었다.

일반적으로 가솔린 엔진은 기화기에서 공기와 연료를 먼저 혼합하고, 그 혼합 기체를 실린더 안으로 흡입하여 압축한 후, 점화 플러그로 스파크를 일으켜 동력을 얻는다. 이러한 과정에서 문제는 압축 정도가 제한된다는 것이다. 만일 기화된 가솔린에 너무 큰 압력을 가하면 멧대로 점화되어 버리는데, 이것이 엔진의 노킹 현상<sup>8</sup>이다.

공기를 압축하면 뜨거워진다는 것은 알려져 있던 사실이다. 디젤 엔진의 기본 원리는 실린더 안으로 공기만을 흡입하여 피스톤으로 강하게 압축시킨 다음, 그 압축 공기에 연료를 분사하여 저절로 착화가 되도록 하는 것이다. 따라서 디젤 엔진에는 점화 플러그가 필요 없는 대신, 연료 분사가 장착되어 있다. 또 압축 과정에서 공기와 연료가 혼합되지 않기 때문에 디젤 엔진은, 최대 12:1의 압축 비율을 갖는 가솔린 엔진보다 훨씬 더 높은 25:1 정도의 압축 비율을 갖는다. 압축 비율이 높다는 것은 그만큼 효율이 좋다는 것을 의미한다.

[A] 사용하는 연료의 특성도 다르다. 디젤 연료인 경유는 가솔린보다 훨씬 무겁고 점성이 강하며 증발하는 속도도 느리다. 왜냐하면 경유는 가솔린보다 훨씬 더 많은 탄소 원자가 길게 연결되어 있기 때문이다. 일반적으로 가솔린은 5~10개, 경유는 16~20개의 탄소를 가진 탄화수소들의 혼합물이다. 탄소가 많이 연결된 탄화수소물에 고온의 열을 가하면 탄소 수가 적은 탄화수소물로 분해된다. 한편, 경유는 가솔린보다 에너지 밀도가 높다. 1갤런의 경유는 약 1억 5,500만 줄(Joule)\*\*의 에너지를 가지고 있지만, 가솔린은 1억 3,200만 줄을 가지고 있다. 이러한 연료의 특성들이 디젤 엔진의 높은 효율과 결합되면서, 디젤 엔진은 가솔린 엔진보다 좋은 연비를 내게 되는 것이다.

발명가 디젤은 디젤 엔진이 작고 경제적인 엔진이 되어야 한다고 생각했지만, 그의 생전에는 크고 육중한 것만 만들어졌다. 하지만 ㉠ 그 후 디젤의 기술적 유산은 이 발명가가 꿈꾼 대로 널리 보급되었다. 디젤 엔진은 원리상 가솔린 엔진보다 더 튼튼하고 고장도 덜 난다. 디젤 엔진은 연료의 품질에 민감하지 않고 연료의 소비 면에서도 경제성이 뛰어나 오늘날 자동차 엔진용으로 확고한 자리를 잡았다. 환경론자들이 걱정하는 디젤 엔진의 분진 배출 문제도 필터 기술이 나아지면서 점차 극복되고 있다.

\* 노킹 현상: 실린더 안에서 일어나는 비정상적인 폭발.  
\*\* 줄: 에너지의 크기를 나타내는 물리량.

20. 위 글의 내용과 일치하는 것은?

- ① 디젤 엔진은 가솔린 엔진보다 먼저 개발되었다.
- ② 디젤 엔진은 가솔린 엔진보다 내구성이 뛰어나다.
- ③ 가솔린 엔진은 디젤 엔진보다 분진을 많이 배출한다.
- ④ 디젤 엔진은 가솔린 엔진보다 연료의 품질에 민감하다.
- ⑤ 가솔린 엔진은 디젤 엔진보다 높은 압축 비율을 가진다.

21. <보기>에서 디젤 엔진에 없는 부품끼리 묶은 것은?

<보 기>

ㄱ. 기화기	ㄴ. 피스톤	ㄷ. 점화 플러그
ㄹ. 실린더	ㅁ. 연료 분사기	

- ① ㄱ, ㄴ    ② ㄱ, ㄷ    ③ ㄴ, ㅁ    ④ ㄷ, ㄹ    ⑤ ㄷ, ㅁ

22. [A]에서 추론한 내용으로 적절한 것은?

- ① 손으로 만지면 경유보다는 가솔린이 더 끈적끈적할 거야.
- ② 가솔린과 경유를 섞으면 가솔린이 경유 아래로 가라앉을 거야.
- ③ 특별한 공정을 거치면 경유를 가솔린으로 변화시킬 수 있을 거야.
- ④ 주유할 때 차체에 연료가 묻으면 경유가 가솔린보다 더 빨리 증발할 거야.
- ⑤ 같은 양의 연료를 태우면 가솔린이 경유보다 더 큰 에너지를 발생시킬 거야.

23. ㉠의 이유를 <보기>와 같이 정리할 때, 문맥상 (    )에 들어갈 말로 적절하지 않은 것은? [1점]

<보 기>

디젤 엔진 제작 기술이 (    )되어 보다 작고 경제적인 것이 개발되었기 때문이다.

- ① 개조(改造)            ② 개선(改善)            ③ 진보(進歩)
- ④ 향상(向上)            ⑤ 발전(發展)

## ◆ 06년 3월 고2 47~50번

【47 - 50】 다음 글을 읽고 물음에 답하십시오.

최근 환경에 대한 관심이 높아지면서 하이브리드 엔진\*을 장착한 자동차가 속속 등장하여 기존의 피스톤 엔진 차량과 경쟁하고 있다. 아직까지는 대부분의 자동차가 피스톤 엔진을 장착하고 있지만 이 양상이 언제까지 이어질지는 모를 일이다. 한때 맞수가 나타나 피스톤 엔진의 (㉠)을/를 무너뜨릴 뻔한 사건이 있었기 때문이다. 그 사건의 주인공은 1960년 자동차 생산에 뛰어든 독일의 NSU 모터가 개발한 로터리 엔진이었다.

로터리 엔진은 피스톤의 왕복 운동으로 힘을 얻는 피스톤 엔진과 달리, ㉡로터의 회전 운동에 의해 흡입, 압축, 폭발, 배기의 4행정을 수행한다. 즉 흡기구를 통해 들어온 연료가 로터의 회전에 의해 압축되고, 이것이 점화 플러그에 의해 폭발한 후, 연소된 가스를 배기구로 내보내는 4행정을 모두 로터가 돌면서 수행하는 것이다. 왕복 운동을 회전 운동으로 바꿔줘야 했던 과정이 생략되었으므로 로터리 엔진은 피스톤 엔진에 비해 소음이 적고 움직임도 원활했다. 또 구조도 더 간단하게 만들 수 있어 무게가 가벼워졌으며, 복잡한 부품 생산 비용도 줄일 수 있었다.

방켈 로터리 엔진으로 명명된 이 엔진은 시연(試演)에 성공하고 그로부터 4년 뒤 시판에 들어갔다. 그 이후 이 엔진을 장착한 차가 자동차 경주 대회에서 두 차례나 우승을 거두면서 로터리 엔진의 성능은 충분히 입증되었다. 피스톤 엔진과 달리 고속에서 소음도 들리지 않았고, 가속도 잘 되었다. 드디어 자동차의 신기원을 이룰 것이라는 기대 속에 'Ro 80'이 탄생했다. 'Ro 80'은 로터리 엔진을 장착했다는 것뿐만 아니라 디자인도 당시의 자동차와 확연히 달라 유명인들이 앞 다투어 구입하겠다고 나설 정도로 순조로운 출발을 보였다. 피스톤 엔진은 더 이상 이전의 명성을 유지하지 못할 것 같은 분위기였다.

그러나 복병이 있었다. 로터리 엔진은 피스톤 엔진보다 가속할 때 소음은 훨씬 적었으나 운전자의 고속 주행으로 더 많은 사고를 유발했다. 또 계속 가속하다가 별안간 엔진이 멈추는 사고도 종종 발생했다. 그러자 로터리 엔진에 대한 기대는 점차 실망으로 바뀌어 갔다. 그럼에도 불구하고 NSU 모터는 이런 문제점들에 대해 안이하게 대처함으로써 로터리 엔진의 장점을 적절히 부각시키지 못해 시장 공략에는 실패했다.

1970년대 들어 환경오염 문제가 사회적 이슈가 되면서 로터리 엔진은 제도약의 기회를 잡을 수도 있었다. 피스톤 엔진보다 질산화물 방출량이 적다는 이유로 친환경적이라고 평가되었기 때문이다. 하지만 로터리 엔진은 연소실 벽이 불규칙하게 마모되어 연료 소비 효율이 좋지 않은 단점이 있었다. 그러던 중에, 1973년 세계적으로 불어 닥친 석유 파동으로 인해 자동차 시장 상황이 악화되자, 로터리 엔진의 장점보다는 단점이 부각되었다. 석유 파동으로 유가가 오르자 연료를 많이 소모하는 로터리 엔진은 자연히 큰 타격을 입었다. 결국 로터리 엔진은 장점을 살리지 못하여 실패한 모델이 되고 말았다.

\* 하이브리드 엔진 : 두 가지 이상의 동력원(내연 기관과 전기 모터)을 동시에 사용하는 엔진

47. 위 글을 통해 볼 때, 앞으로 '하이브리드 엔진'이 '로터리 엔진'의 실패를 되풀이하지 않기 위해 고려해야 할 점으로 옳지 않은 것은?

- ① 보유한 기술을 향상시키기 위한 노력을 계속해야 한다.
- ② 시장 상황의 변화를 분석하여 능동적으로 대처해야 한다.
- ③ 제품의 장점을 효과적으로 부각시키는 마케팅을 해야 한다.
- ④ 제품의 실용화 단계에서 발생하는 문제에 신속하게 대처해야 한다.
- ⑤ 잦은 디자인 교체를 지양하여 소비자가 친숙감을 갖도록 해야 한다.

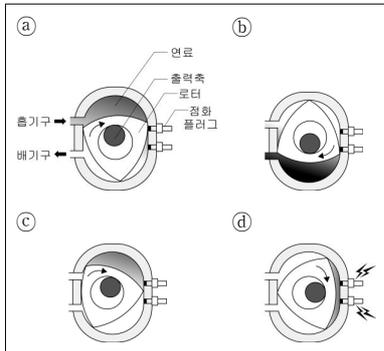
48. 'Ro 80'을 판매할 때, 선보였을 법한 광고 문구로 적절하지 않은 것은? [1점]

- ① 이제 환경을 생각해야 할 때! 친환경적 엔진 Ro 80!
- ② 지긋지긋한 소음이여 안녕! Ro 80, 소음을 잡았습니다.
- ③ 무거운 엔진은 가라! 엔진의 무게를 잡았습니다. Ro 80!
- ④ 에너지는 경쟁력! 현명한 당신은 Ro 80을 선택할 것입니다.
- ⑤ 신속한 가속과 고속 주행! Ro 80의 거부할 수 없는 매력입니다.

49. 문맥으로 보아 ㉠에 들어갈 말로 가장 적절한 것은? [1점]

- ① 권력(權力)      ② 기초(基礎)      ③ 성공(成功)
- ④ 아성(牙城)      ⑤ 존립(存立)

50. ㉡의 작동 순서가 바르게 연결된 것은?



- ① a-c-b-d
- ② a-c-d-b
- ③ a-d-b-c
- ④ b-c-d-a
- ⑤ b-c-a-d

[36~38] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

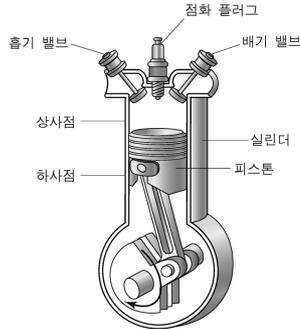
자동차의 에너지 효율은 연료량 대비 운행 거리의 비율인 연비로 나타내며, 이는 자동차의 성능을 평가하는 중요한 잣대이다. 이러한 자동차의 연비는 엔진의 동력이 어떤 조건에서 발생되느냐에 따라 큰 차이를 보인다.

엔진의 동력은 흡기, 압축, 폭발, 배기의 4 행정을 순차적으로 거쳐 생산된다. 흡기 행정에서는 흡기 밸브를 열고 피스톤을 상사점에서 하사점으로 이동시킨다. 이때 실린더 내부 압력이 대기압보다 낮아져 공기가 유입되는데, 흡입되는 공기에 연료를 분사하여 공기와 함께 연료를 섞어 넣는다. 압축 행정에서는 ㉠ 실린더를 밀폐시키고 피스톤을 다시 상사점으로 밀어 공기와 연료의 혼합 기체를 압축한다.

폭발 행정에서는 피스톤이 상사점에 이를 즈음에 점화 플러그에 불꽃을 일으켜 압축된 혼합 기체를 연소시킨다. 압축된 혼합 기체가 폭발적으로 연소되면서 실린더 내부 압력이 급격히 높아지고, 외부 대기압과의 압력 차이에 의해 피스톤이 하사점으로 밀리면서 동력이 발생한다. 배기 행정에서는 배기 밸브가 열리고 남아 있는 압력에 의해 연소 가스가 외부로 급격히 빠져나간다. 피스톤이 다시 상사점으로 움직이면 흡기 때와는 반대로 부피가 줄면서 대기압보다 내부 압력이 높아지므로 잔류 가스가 모두 배출된다.

이러한 엔진의 동력 발생 주기에서 흡입되는 공기와 분사되는 연료의 혼합비를 어떻게 유지해 주느냐에 따라 자동차의 연비가 크게 달라진다. 일정 질량의 연료를 완전 연소시키는데 필요한 산소의 질량은 일정하다. 한편 실린더 안에서 피스톤의 이동으로 흡입될 수 있는 공기의 부피는 정해져 있으므로, 공기의 밀도가 변하지 않으면 한 주기 동안 완전 연소가 가능한 연료량의 최대치는 일정하다. 즉 최대 출력을 얻을 수 있는 공기와 연료의 적절한 혼합비는 이론적으로는 일정하다. 혼합비가 적절하지 않으면 출력이 떨어지면서 유해 가스의 배출량이 늘어나는데, 적정 혼합비보다 혼합 기체에 포함된 연료의 비율이 높아지면 산소가 부족하여 일산화탄소, 탄화수소가 증가한다. 반대로 연료의 비율이 낮아지면 공기 과잉으로 질소산화물이 늘어나고 배기가스에 산소가 잔류한다.

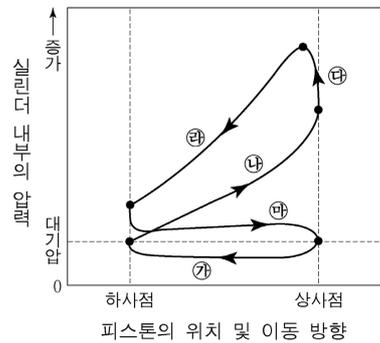
이론과 달리 실제 환경에서의 적정 혼합비는 상황에 따라 조금씩 달라진다. 이는 대기압, 엔진의 회전수 등 여러 요인에 의해 실린더에 흡입되는 공기의 질량이 변하기 때문이다. 따라서 자동차의 연비를 향상시키려면 엔진의 운행 상태를 실시간으로 감지하여 혼합비를 지속적으로 제어해야 한다.



36. 위 글의 내용과 일치하지 않는 것은?

- ① 4 행정의 동력 발생 주기를 완료하면 피스톤은 실린더를 2회 왕복한 것이 된다.
- ② 자동차 엔진은 실린더 내부에서 가스가 외부로 배출되는 단계에서 동력을 얻는다.
- ③ 엔진의 운행 상태를 실시간으로 점검하고 제어하면 자동차의 에너지 효율이 높아진다.
- ④ 혼합 기체의 흡입과 연소 가스의 배출은 실린더 내부와 외부의 압력 차에 의해 발생한다.
- ⑤ 실제 환경에서 엔진의 회전수는 혼합 기체의 적정 혼합비에 영향을 주는 요인 중 하나이다.

37. 다음 그래프는 엔진이 작동할 때의 실린더 내부 압력과 피스톤의 위치 및 이동 방향을 나타낸 것이다. 위 글의 ㉠에 해당하는 구간은?



- ① ㉠      ② ㉡      ③ ㉢      ④ ㉣      ⑤ ㉠

38. <보기>의 밑줄 친 부분에 해당하는 것은?

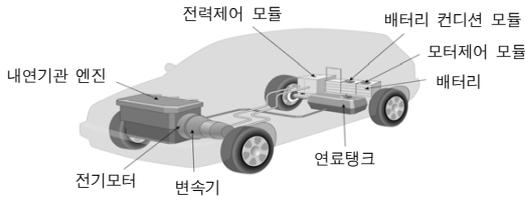
<보 기>

해발 고도가 5,000 m 정도인 고원 지역에서는 대기압과 공기의 밀도가 해수면 인접 지역에 비해 절반 정도로 줄어든다. 이로 인해 해수면 인접 지역에서 에너지 효율이 최고가 되도록, 한 주기 동안 분사되는 연료량을 고정시킨 자동차를 고원 지역에서 운행하면 여러 가지 현상이 나타난다. 그러므로 오늘날의 자동차 엔진은 흡입 공기의 압력을 감지하여 공기와 연료의 혼합비가 적절하게 유지되도록 설계한다.

- ① 탄화수소의 발생량이 증가한다.
- ② 엔진의 에너지 효율이 높아진다.
- ③ 배기가스의 배출 속도가 느려진다.
- ④ 배기가스에서 잔류 산소가 검출된다.
- ⑤ 동일 양의 연료에서 얻는 출력이 커진다.

[20~22] 다음 글을 읽고 물음에 답하십시오.

자동차의 매연으로 인한 대기 오염이 갈수록 심해지면서 각국에서는 앞 다퉈서 환경오염을 줄일 수 있는 자동차를 생산하는 데 박차를 가하고 있다. 그중 상용화에 성공한 대표적인 사례로 친환경차인 하이브리드(hybrid) 자동차를 들 수 있다. ‘하이브리드’란 두 가지의 기능을 하나로 합쳤다는 의미로, 내연기관 엔진만 장착한 기존의 자동차와 달리 하이브리드 자동차는 내연기관 엔진에 전기모터를 함께 장착한 것이 특징이다.



<하이브리드 자동차의 구조>

하이브리드 자동차는 만드는 방법에 따라 구동 방식이나 구조상 차이가 있지만, 대체로 위의 그림과 같은 핵심 구성요소들로 이루어져 있다. 내연기관 엔진은 기관 내부에서 연료를 연소시켜 열에너지를 기계적 에너지로 바꾼다. 전기모터는 자동차의 주행 상태에 따라 전동기나 발전기 역할을 할 수도 있고 작동하지 않을 수도 있다. 전동기 역할을 할 때는 전력을 사용하여 자동차를 움직이게 하고, 발전기 역할을 할 때는 회전 에너지를 전력으로 바꾸어 배터리를 충전한다. 배터리는 전기모터가 필요로 하는 에너지를 공급하는 장치로, 자동차의 주행 상태에 따라 에너지가 충전되기도 한다. 그 외 구성 요소에는 내연기관 엔진과 전기모터의 회전 운동을 바꾸어 전달하는 변속기, 연료를 보관하는 연료탱크, 전력이나 전기모터를 제어하는 모듈\*, 배터리 상태를 확인하는 모듈 등이 있다.

하이브리드 자동차는 차량 속도나 주행 상태 등에 따라 내연기관 엔진과 전기모터의 힘을 적절히 조절하여 에너지 효율을 높인다. 시동을 걸 때는 전기모터만 사용하지만, 가속하거나 등판\*할 때처럼 많은 힘이 필요하면 전기모터가 엔진을 보조하여 구동력을 높인다. 정속 주행은 속도에 따라 두 유형이 있는데, 저속 정속 주행할 때는 전기모터만 작동하지만, 고속 정속 주행할 때는 엔진과 전기모터가 함께 작동한다. 반면에 감속할 때는 연료 공급이 중단되어 엔진이 정지되고 전기모터는 배터리를 충전한다. 또한 잠깐 정차할 때는 엔진이 자동으로 정지하여 차량의 공회전\*에 따른 불필요한 연료 소비와 배기가스 발생을 차단한다.

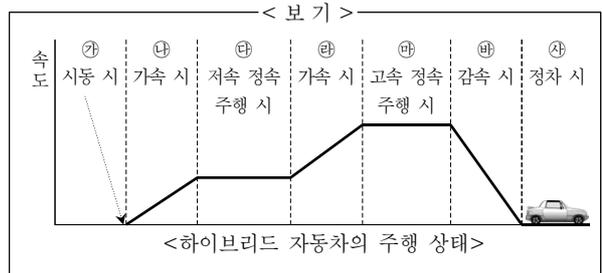
하이브리드 자동차는 기존의 내연기관 자동차와 비교했을 때, 전기모터 시스템이 추가로 내장되면서 차체가 무거워지고, 가격도 비싸진다는 단점이 있다. 또한 구조가 복잡해서 차량 정비에 어려움이 가중되고, ㉠ 근본적으로 배기가스를 배출할 수밖에 없다는 한계가 있다. 하지만 동력 성능이 뛰어난 뿐만 아니라 연료 소비율이 낮아 배기가스도 적게 배출하여 환경오염을 줄일 수 있다는 장점이 있다. 이런 점에서 하이브리드 자동차는 무공해를 지향하는 전기자동차나 수소연료전지자동차가 일반화될 때까지 중요한 운송 수단이 될 것으로 보인다.

\* 모듈: 프로그램이나 기계 또는 시스템의 구성 단위.  
\* 등판: 차량 따위가 비탈길을 올라가는 일.  
\* 공회전: 기계 따위가 헛도는 일.

20. 밑글의 ‘하이브리드 자동차’에 대한 이해로 적절하지 않은 것은?

- ① 전력이나 전기모터를 제어하는 시스템이 장착되어 있다.
- ② 만드는 방법에 따라 구동 방식이나 구조상 차이가 있다.
- ③ 전기자동차에서 수소연료전지자동차로 넘어가는 중간 단계의 운송 수단이다.
- ④ 기존의 내연기관 자동차보다 구조가 복잡하여 차량 정비에 어려움이 있다.
- ⑤ 차량의 속도나 주행 상태에 따라 에너지 효율을 높일 수 있도록 설계되어 있다.

21. 밑글을 바탕으로 <보기>에 대해 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은? [3점]



- ① ㉡에서는 전기모터만 작동한다.
- ② ㉢와 ㉣에서는 엔진과 전기모터가 함께 작동한다.
- ③ ㉢와 달리 ㉣에서는 엔진도 작동한다.
- ④ ㉤에서는 전기모터가 전동기의 역할을 한다.
- ⑤ ㉥에서는 엔진이 자동으로 정지한다.

22. ㉠의 이유로 가장 적절한 것은?

- ① 동력 성능이 떨어지기 때문에
- ② 내연기관 엔진을 사용해야 하기 때문에
- ③ 배터리를 주기적으로 교체해야 하기 때문에
- ④ 오염된 공기를 정화시켜 주는 장치가 없기 때문에
- ⑤ 전기모터의 사용이 배기가스 발생을 유발하기 때문에

◆ 21년 9월 고1 38~41번

[38~41] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

자동차에서 배출되는 오염 물질로 인한 대기 오염 및 기후 변화 문제가 심각해지면서 세계 각국은 온실가스의 배출 억제를 위해 자동차 분야 규제를 강화하고 있어 오염 물질의 배출이 적은 친환경차가 주목을 ㉠ 받고 있다.

친환경차에는 전기차, 수소전기차, 하이브리드차가 있는데 이 중 ㉡ 전기차와 수소전기차는 전기에너지를 운동에너지로 변환하여 주는 모터만으로 구동되고, ㉢ 하이브리드차는 모터와 함께 ㉣ 내연기관처럼 연료를 연소시킬 때 발생하는 열에너지를 운동에너지로 바꿔 주는 엔진을 사용하여 구동된다. 내연기관차는 마찰 제동장치를 사용하므로 차가 감속할 때 운동에너지가 열에너지로 변환된 후 사라지는 반면, 친환경차는 감속 시 운동에너지를 전기에너지로 변환하여 배터리에 충전해 다시 사용할 수 있게 하는 회생 제동장치도 사용해 에너지 효율을 높이고 있다.

하이브리드차는 출발할 때에는 전기에너지를 이용하여 모터를 구동하고 주행 시에는 주행 상황에 따라 모터와 엔진을 적절히 이용하므로 일반 내연기관차보다 연비가 좋고 배기가스가 저감되는 효과가 있다. 전기차와 수소전기차는 엔진 없이 모터를 사용해 전기에너지만으로 달리는 차라 할 수 있다. 전기차는 고전압 배터리에 충전을 해 전기에너지를 모터로 공급하여 움직이고, 수소전기차는 연료 탱크에 저장된 수소를 연료전지를

통해 전기에너지로 변환하여 동력원으로 사용한다. 연료전지는 차량 구동에 필요한 수준의 전기에너지를 발전시키기 위해 다수의 연료전지를 직렬로 연결하여 가로로 쌓아 만드는데 이를 스택(stack)이라 한다. 연료전지는 저장된 수소와 외부로부터 공급되는 공기 속 산소가 만나 일어나는 산화·환원 반응 과정을 통해 전기에너지를 생성하는데, 산화란 어떤 물질이 전자를 내어 주는 것을, 환원이란 전자를 받아들이는 것을 의미한다. 이렇게 물질이 전자를 얻거나 잃는 것을 이온화라고도 하는데 물질이 전자를 얻으면 음이온이, 전자를 잃으면 양이온이 된다.

수소전기차에는 백금을 넣은 촉매와 고분자전해질막을 지닌 연료전지를 많이 사용하는데 다른 연료전지에 비해 출력이 크고 저온에서도 작동이 되며 구조도 간단하다. 연료전지의 -극과 +극에 사용되는 촉매 속에 들어있는 백금은 -극에서는 수소의 산화 반응을, +극에서는 산소의 환원 반응을 활성화한다. 그리고 두 극 사이에 있는 고분자전해질막은 양이온의 이동은 돕고 음이온과 전자의 이동은 억제하는 역할을 한다.

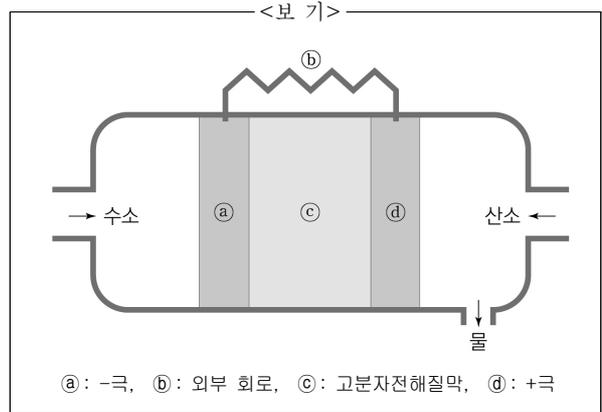
연료전지에서 전기에너지가 생성되는 과정은 수소를 저장한 연료 탱크로부터 수소가 -극으로, 공기공급기로 유입되는 외부의 공기 속 산소가 +극으로 공급되며 시작된다. -극에 공급된 수소는 촉매 속 백금에 의해 수소 양이온( $H^+$ )과 전자( $e^-$ )로 분리되고, 수소 양이온은 고분자전해질막을 통과해 +극으로, 전자는 외부 회로를 통해 +극으로 이동한다. 이렇게 전자가 외부 회로로 흐르며 전기에너지가 발생하는데, 생성된 전기에너지는 모터로 전해져 동력원이 되고 일부는 배터리에 충전된다. +극에서는 공급된 산소가 외부 회로를 통해 이동해 온 전자( $e^-$ )와 결합해 산소 음이온( $O^-$ )이 된 후, 수소 양이온( $H^+$ )과 만나 물( $H_2O$ )이 되어 외부로 배출된다.

수소전기차에 사용되는 수소는 가솔린의 세 배나 되는 단위 질량당 에너지 밀도를 지니고 있어 에너지 효율이 높다. 그리고 수소와 산소의 반응을 이용하므로 오염 물질이나 온실가스의 배출이 적고 외부로부터 공급되는 공기를 필터로 정화하여 사용한 후 배출하므로 공기를 정화하는 기능도 한다. 그러나 고가인 백금과 고분자전해질막을 사용해 연료전지를 제작해 가격이 비싸다는 점, 수소는 고압으로 압축해야 하므로 폭발할 위험성이 커 보관과 이동에 어려움이 있다는 점 등 해결해야 할 문제들이 남아 있다.

38. 위글에 대해 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은?

- ① 고압으로 압축한 수소는 폭발할 위험이 크니 보관이나 이동에 어려움이 많겠군.
- ② 수소전기차는 공급되는 외부 공기를 필터로 걸러 사용하므로 정화된 공기가 배출되겠군.
- ③ 수소가 연료로 쓰이는 이유는 가솔린보다 에너지 효율은 낮지만 친환경적이기 때문이겠군.
- ④ 백금과 고분자전해질막을 대신할 저가의 원료를 개발한다면 연료전지의 가격을 낮출 수 있겠군.
- ⑤ 수소전기차를 구동할 수준의 전기에너지를 만들어 내려면 다수의 연료전지를 직렬로 연결해 만들어야겠군.

39. <보기>는 수소전기차의 연료전지에서 전기에너지가 생성되는 과정을 도식화한 것이다. 위글을 바탕으로 <보기>를 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은? [3점]



- ① a와 d에 들어 있는 금속은 각각 수소와 산소의 이온화를 촉진하겠군.
- ② b를 통해 전자가 흘러가는 이유는 c가 전자의 이동을 억제하기 때문이겠군.
- ③ c를 통과하여 d로 이동하는 수소 양이온은 a에서 전자를 잃은 수소가겠군.
- ④ a와 d에서 분리된 전자는 b에서 만나 전기에너지를 생성하겠군.
- ⑤ d에서는 수소 양이온과 산소 음이온이 결합하여 물이 생성되겠군.

40. ㉠~㉣에 대한 이해로 적절하지 않은 것은?

- ① ㉠은 ㉢, ㉢과 달리 연료 탱크를 제작할 필요가 없다.
- ② ㉢은 ㉠에 쓰이는 모터와 ㉣에 쓰이는 엔진을 주행 상황에 따라 이용한다.
- ③ ㉢은 ㉠, ㉢과 달리 감속할 때 발생하는 에너지를 자동차의 주행에 활용하지 못한다.
- ④ ㉠, ㉢은 ㉣에 비해 배출되는 오염 물질과 온실가스의 양이 적다.
- ⑤ ㉠, ㉢은 ㉣과 달리 전기에너지를 운동에너지로 변환하여 출발한다.

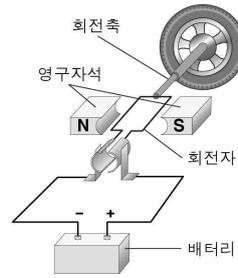
41. 문맥상 ㉡와 가장 가까운 의미로 쓰인 것은?

- ① 회사의 미래를 위해 신입 사원을 받아야 하겠군.
- ② 네가 원하는 요구 조건은 무엇이든지 받아 주겠다.
- ③ 그 아이는 막내로 태어나 집에서 귀염을 받고 자랐다.
- ④ 그는 좌회전 신호를 받고 천천히 차의 속도를 높였다.
- ⑤ 예전에는 빗물을 큰 물통에 받아 빨래하는 데 쓰기도 했다.

## ◆ 19년 4월 고3 16~20번

[16 ~ 20] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

전기 자동차는 친환경 자동차로 주목받고 있지만 한 번 충전으로 운행할 수 있는 거리가 짧다는 단점이 있다. 이를 보완하기 위한 장치 중 하나가 회생제동 장치이다. 일반적으로 제동 장치는 자동차를 멈추게 하거나 속력을 줄이는 기능을 하는데, 회생제동 장치는 제동의 기능을 하는 동시에 이 과정에서 버려지는 에너지를 자동차의 운행에 다시 사용할 수 있게 해 준다.



<그림>

회생제동 장치를 이해하기 위해서는 우선 전기 자동차에 장착되어 있는 전동기의 작동 원리를 알아야 한다. <그림>은 전동기가 장착된 전기 자동차 구조의 일부를 도식화한 것이다. 전동기는 영구자석과 그 안쪽에서 회전할 수 있는 회전자로 구성되어 있는데, 영구자석 사이에는 항상 자기장이 형성되어 있다. 회전자는 배터리에서 나오는 전류가 흐를 수 있는 도선으로 감겨 있고 자동차의 바퀴를 움직이는 회전축과 연결되어 있다.

운전자가 가속 페달을 밟으면 배터리에서 전동기로 전류가 공급되어 회전자의 도선에 전류가 ㉠ 흐르게 된다. 도선에 전류가 흐르면 자기장이 생성되고 영구자석 사이에 형성되어 있는 자기장과 상호작용하여 전자기력이 발생된다. 이렇게 발생한 전자기력의 영향으로 도선이 힘을 받아 회전자는 회전하게 되고, 회전축과 연결된 바퀴에 회전력이 전달되어 자동차가 움직이게 된다. 이때 회전자의 회전력은 도선에 흐르는 전류의 세기가 셀수록, 영구자석 사이의 자기장의 세기가 셀수록 커진다. 결국 전동기는 전기 에너지를 운동 에너지와 같은 역학적 에너지로 바꾸는 기능을 하는 것이다.

그런데 이 전동기는 운전자가 제동 페달을 밟으면 역학적 에너지를 전기 에너지로 바꾸는 발전기로 기능이 전환된다. 운전자가 제동 페달을 밟는 순간부터 배터리에서 전동기로 공급되는 전류가 차단되어 회전자의 도선에 전류가 흐르지 않게 되므로 회전자를 회전시키는 전자기력은 사라진다. 그러나 달리던 자동차의 관성으로 인해 바퀴는 일정 시간 굴러가기 때문에 바퀴가 회전자를 돌리는 상황이 된다. 바퀴가 회전자를 돌리는 데에는 에너지가 소모되므로 바퀴의 운동 에너지가 감소하면서 제동 효과가 발생한다. 이때 도선으로 감긴 회전자에 영구자석에 의해 형성되어 있는 자기장 속에서 회전하면서 전자기 유도 현상에 따라 전기 에너지가 만들어진다. 이는 제동을 하면서 줄어든 운동 에너지가 전기 에너지의 형태로 회생된 것이다. 이렇게 만들어진 전기 에너지는 전압변환 장치의 작용을 통해 배터리에 저장되어야 비로소 회생제동의 효과가 발생해서 주행 거리가 늘어난다.

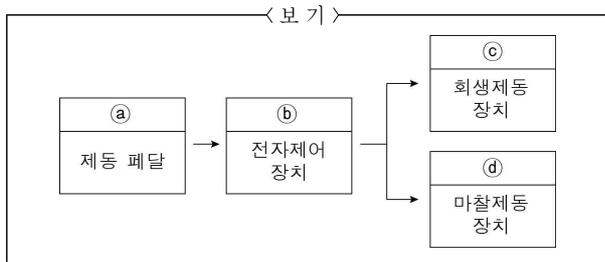
한편 회생제동 장치는 전기 자동차의 운행 상태와 배터리의 충전 상태 등에 영향을 받기 때문에 단독으로 쓰이는 경우 제동 효과를 충분히 발휘하기 어렵다. 예를 들어 급정지처럼 짧은 시간에 큰 제동력이 필요한 상황에서는 회생제동 장치만으로는 필요한 제동력을 얻기 힘들고, 배터리가 완전히 충전된 상황에서는 생성된 전기 에너지를 저장할 수 없어 회생제동 장치가 작동하지 않는다. 따라서 대부분의 전기 자동차에는 회생제동 장치뿐만 아니라 일반 자동차에 사용되는 마찰제동 장치가 함께 장착되어 상호보완적으로 작동한다.

운전자가 제동 페달을 밟으면 우선 페달에 있는 센서가 페달을 밟은 압력의 정도를 인식하여 전자제어 장치로 전기적 신호를 보낸다. 전자제어 장치는 이 신호를 바탕으로 페달을 밟은 압력의 정도에 따라 제동에 필요한 전체 제동력을 계산한다. 이와 동시에 현재 자동차 운행 상태와 배터리의 충전 상태 등을 고려하여 회생제동으로 얻을 수 있는 제동력과, 이를 전체 제동력에서 뺀 나머지 제동력을 계산해 낸다. 그리고 이를 토대로 전자제어 장치는 회생제동 장치에 신호를 보내 이 신호가 배터리와 전동기의 연결을 차단하여 회생제동이 발생하도록 하는 한편, 마찰제동 장치에 신호를 보내 마찰제동의 정도를 조절한다. 이 과정은 실시간으로 이루어지기 때문에 상황에 따른 전체 제동력은 일정하게 유지될 수 있다.

16. 윗글을 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은?

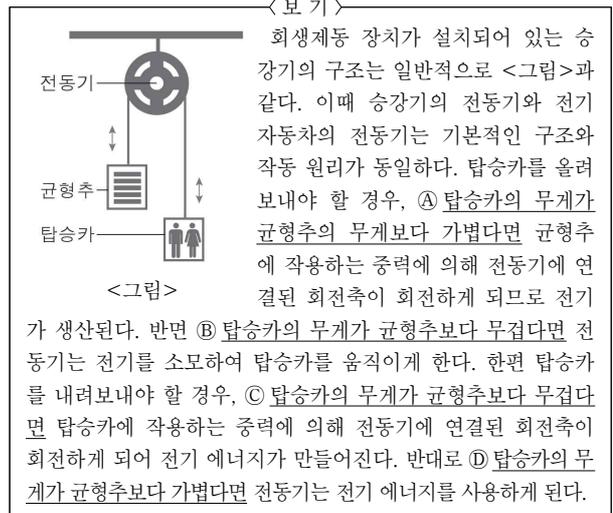
- ① 회전자는 도선으로 감겨 있어 전류가 흐르면 자기장이 생긴다.
- ② 전자기력의 영향으로 회전자가 회전하면 바퀴가 움직이게 된다.
- ③ 대부분의 전기 자동차에는 일반 자동차에 있는 제동 장치가 장착되어 있다.
- ④ 회전자의 회전력이 사라지면 영구자석 사이에 형성되어 있던 자기장도 사라진다.
- ⑤ 전기 자동차의 제동력은 실시간으로 조절되어 상황에 따른 전체 제동력이 일정하게 유지된다.

17. <보기>는 운행 중인 전기 자동차의 제동 과정을 주요 장치들을 중심으로 도식화한 것이다. 윗글을 바탕으로 <보기>에 대한 설명으로 적절하지 않은 것은?



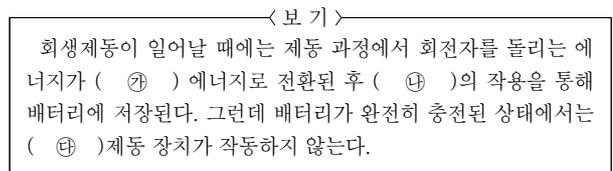
- ① a를 밟게 되면 전기 에너지로 돌아가던 회전자는 운동 에너지에 의해 돌아가게 되겠군.
- ② a에 있는 센서가 압력의 정도를 인식하면 a에서 b로 전기적 신호가 전달되겠군.
- ③ b에서 회생제동으로 얻을 수 있는 제동력을 계산하려면 a로부터 받은 신호와 배터리 충전 상태 등을 고려해야겠군.
- ④ c가 b로부터 신호를 받으면 배터리와 전동기의 연결이 차단되어 제동력이 발생하겠군.
- ⑤ d는 b로부터 신호를 받아 전체 제동력에서 c가 발생시킬 제동력의 크기를 계산하겠군.

18. 윗글을 바탕으로 <보기>를 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은? [3점]



- ① ㉠의 경우 균형추에 작용하는 중력은 회전축을 돌린다는 점에서 달린 전기 자동차의 관성과 유사한 역할을 하겠군.
- ② ㉡의 경우 전동기는 전기 에너지를 역학적 에너지로 전환하는 기능을 수행하게 되겠군.
- ③ ㉢의 경우 도선에 공급된 전류의 세기가 셀수록 회전자의 회전력은 커지겠군.
- ④ ㉠과 ㉢의 경우 전기 자동차에서 제동 페달을 밟아 회생제동이 일어난 상태와 유사하다고 할 수 있겠군.
- ⑤ ㉡와 ㉣의 경우 승강기는 전기 자동차와 마찬가지로 전기를 제공하는 장치가 필요하겠군.

19. <보기>는 윗글을 읽은 학생이 정리한 내용의 일부이다. ㉠~㉣에 들어갈 말로 적절한 것은?



- |   |    |         |    |
|---|----|---------|----|
|   | ㉠  | ㉡       | ㉢  |
| ① | 운동 | 전압변환 장치 | 회생 |
| ② | 운동 | 가속 페달   | 마찰 |
| ③ | 전기 | 전압변환 장치 | 회생 |
| ④ | 전기 | 가속 페달   | 마찰 |
| ⑤ | 전기 | 전압변환 장치 | 마찰 |

20. ㉠과 문맥적 의미가 가장 유사한 것은?

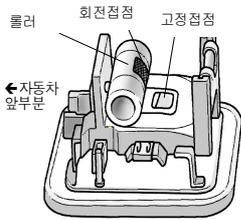
- ① 교실에 조용한 음악이 흐른다.
- ② 자루에서 쌀이 다 흘러 버렸다.
- ③ 이야기가 엉뚱한 방향으로 흘렀다.
- ④ 우리가 헤어진 후 오랜 시간이 흘렀다.
- ⑤ 이 가스관 속에는 고압 가스가 흐른다.

◆ 13년 11월 고2 25~27번

[25~27] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

자동차가 상대 차량 또는 장애물 등과 정면충돌하게 되면 운전자는 핸들이나 유리 등 차체 내부에 부딪히게 된다. 이 때 발생한 큰 충격력에 의해 운전자는 부상을 입거나 생명을 잃기도 한다. 물론 안전벨트가 있지만, 그것만으로는 운전자의 안전을 완벽하게 보장하기는 어렵다. 이에 따라 운전자의 안전성을 보다 높일 수 있는 장치를 고안하게 되었는데 그것이 바로 에어백이다. 그렇다면 에어백은 어떤 과정을 거쳐 작동하게 되는 것일까?

운전석 에어백의 작동 과정을 살펴보면, 먼저 자동차가 정면 충돌하면서 발생한 에너지는 차량 앞쪽의 좌, 우 하단에 각각 설치된 충돌센서와, 운전석과 조수석 사이의 하단에 설치된 전자제어장치에 내장되어 있는 안전센서에 의해 동시에 감지된다.



<그림>

충돌센서 중 가장 보편적인 것이 전기-기계식 충돌센서인데, 그 구조는 <그림>과 같다. 충돌센서의 롤러는 정상시에는 고정되어 있지만 충돌이 발생하면 구르게 된다. 이로 인해 롤러에 부착된 회전접점이 고정접점과 접촉하여 전류가 흐르면서 전자제어장치로 전기 신호를 보내게 된다. 이때 두 개의 충돌

센서 중 한 개만 작동해도 전기 신호를 보낼 수 있지만 이것으로 전자제어장치가 작동되는 것은 아니다. 왜냐하면 안전센서도 전기 신호를 보내야 전자제어장치가 작동되기 때문이다.

㉠ 안전센서는 그 구조 및 작동 원리가 충돌센서와 동일하나, 자동차 앞부분을 기준으로 충돌센서보다 더 뒤쪽에 설치되어 있기 때문에 안전센서가 받는 충격의 강도가, 충돌센서가 받는 충격의 강도보다 더 커야만 전자제어장치에 전기 신호를 보내게 된다. 이와 같은 안전센서가 필요한 이유는 충돌센서만으로 에어백이 작동될 경우, 오히려 에어백에 의해 운전자의 안전에 문제가 발생할 수 있기 때문이다. 만약 충돌에 의해 충돌센서와 안전센서로부터 전기 신호가 전자제어장치로 전달될 경우, 전자제어장치는 이를 심각한 충돌의 상황으로 판단하여 점화장치에 신호를 보내게 된다.

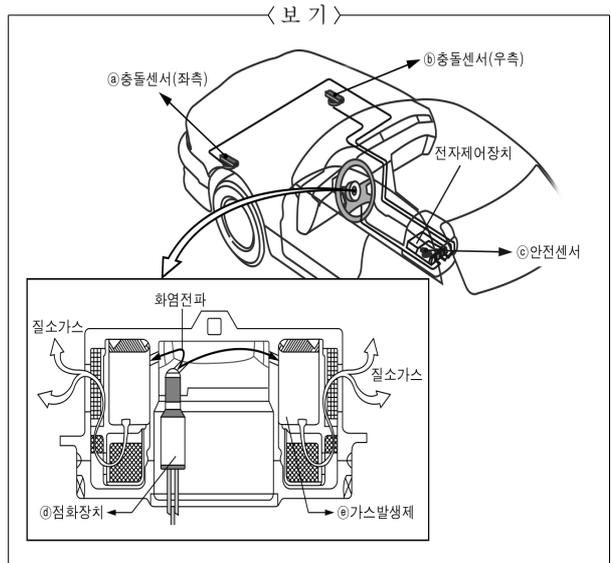
한편 점화장치는 일종의 화약과 같은 점화제와 이를 폭발시키기 위한 필라멘트로 구성되어 있는데, 전자제어장치로부터 전달된 신호가 점화장치의 필라멘트를 가열시켜 점화제가 폭발하여 화염이 발생한다. 이처럼 순간적으로 발생한 화염은 가스발생제로 전달된다. 가스발생제는 아지드화나트륨과 산화철로 구성되어 있는데, 화염으로 인한 높은 열에 의해 아지드화나트륨이 나트륨과 질소로 분해되어 질소 가스를 발생시킨다. 이때 산화철은 나트륨과 격렬하게 반응하고, 이와 같은 반응이 촉진될수록 아지드화나트륨의 분해도 활발하게 이루어져 질소 가스도 급속하게 만들어지는 것이다. 이와 같은 과정을 통해 발생한 질소가스는 공기 주머니로 유입되고 공기 주머니, 즉 에어백은 순식간에 팽창하게 되는 것이다.

25. ㉠에 대해 설명한 내용으로 적절한 것은?

- ① 에어백이 작동되는 시점을 예측하기 위한 장치이다.
- ② 에어백이 작동되는 조건을 한정하기 위한 장치이다.
- ③ 에어백이 작동되는 과정을 점검하기 위한 장치이다.
- ④ 에어백이 작동되는 순서를 판단하기 위한 장치이다.
- ⑤ 에어백이 작동되는 시간을 단축하기 위한 장치이다.

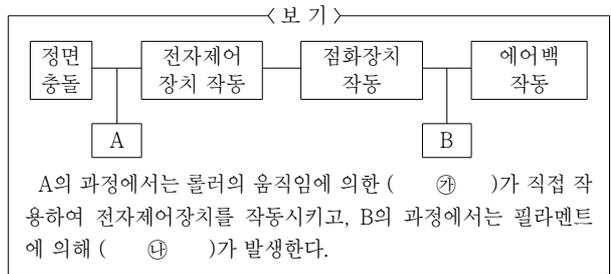
26. 윗글을 바탕으로 <보기>를 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은?

[3점]



- ① ㉠이 작동되지 않더라도 ㉡와 ㉢이 작동된다면 전자제어장치는 작동될 수 있겠군.
- ② ㉡와 ㉢이 작동되더라도 ㉢이 작동되지 않는다면 전자제어장치는 작동될 수 없겠군.
- ③ ㉡가 단독으로 작동될 때 받는 충격의 강도보다 ㉡와 ㉢이 동시에 작동될 때 받는 충격의 강도는 작겠군.
- ④ ㉡와 ㉢ 각각의 내부에서 회전접점과 고정접점이 접촉해야 전자제어장치가 점화신호를 ㉣에 보낼 수 있겠군.
- ⑤ ㉣로부터 높은 열이 전달되더라도 ㉣에 산화철이 없다면 질소 가스의 발생 속도가 상대적으로 느려지겠군.

27. <보기>는 윗글을 읽은 학생이 에어백 작동에 관해 정리한 내용의 일부이다. ( )에 들어갈 말을 바르게 짝지은 것은?



A의 과정에서는 롤러의 움직임에 의한 ( ㉠ )가 직접 작용하여 전자제어장치를 작동시키고, B의 과정에서는 필라멘트에 의해 ( ㉡ )가 발생한다.

- |   |        |        |
|---|--------|--------|
|   | ㉠      | ㉡      |
| ① | 전기 에너지 | 열 에너지  |
| ② | 운동 에너지 | 열 에너지  |
| ③ | 전기 에너지 | 운동 에너지 |
| ④ | 열 에너지  | 전기 에너지 |
| ⑤ | 운동 에너지 | 전기 에너지 |

## ◆ 17년 11월 고2 25~29번

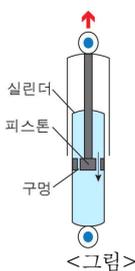
[25 ~ 29] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

선반에 고정된 스프링 끝에 추를 매달면 추의 무게와 스프링이 추를 당기는 힘이 같아지는 지점에서 추는 멈추게 된다. 이 상태에서 추를 아래로 잡아당겨 보자. 추를 당기는 힘으로 인해 스프링은 늘어나는데 아래로 잡아당길수록 더 큰 힘이 필요하다. 이는 추를 당기는 힘에 대항하는 스프링의 탄성력 때문이다. 탄성력이란 고무줄이나 스프링같이 탄성을 가진 물체가 원래의 모양으로 되돌아가려는 힘이며, 길이를 늘이거나 압축하는 방향의 반대 방향으로 작용한다. 당겼던 추를 놓으면 탄성력에 의해 추는 상하로 진동하다가 추를 당기기 전과 동일한 지점에서 멈추게 된다. 이 지점을 평형점이라고 한다.

① 이러한 추의 진동 과정은 에너지의 전환 과정으로도 설명될 수 있다. 추를 잡아당길 때, 추를 잡아당기는 데에 사용한 에너지가 스프링에 저장되었다고 할 수 있는데 이때 저장된 에너지를 탄성력에 의한 '퍼텐셜 에너지'라고 한다. 당겼던 추를 놓으면 스프링은 탄성력에 의해 스프링에 저장된 퍼텐셜 에너지만큼 추를 수직 방향으로 상향, 가속시키는 일을 한다. 즉 스프링에 저장된 퍼텐셜 에너지가 추의 운동 에너지로 전환되는 것이다. 수직 상향하던 추는 평형점을 지날 때에 속력이 가장 빠르고 운동 에너지는 최대가 된다. 이후 추는 계속 상향하면서 스프링을 누르는 일을 하여 결국 속도가 0인 최고점에 도달하게 된다. 즉 평형점을 지나면서 추의 운동 에너지는 스프링의 퍼텐셜 에너지로 전환되는 것이다. 이후 스프링에 저장된 퍼텐셜 에너지는 상향으로 운동할 때와 방향이 반대일 뿐, 같은 과정을 거쳐 운동 에너지로 전환되어 추를 수직 하향하게 한다. 만약 추의 운동을 방해하는 힘이 없고 공기 저항 등으로 인한 손실이 전혀 없다고 가정한다면 이러한 에너지 전환 과정이 반복되면서 스프링과 추는 계속 진동하게 될 것이다. 즉 퍼텐셜 에너지와 운동 에너지의 합은 항상 일정한 상태로 유지되는 것이다. 하지만 실제로는 공기와 스프링의 마찰 등에 의해 추의 운동 에너지가 열에너지로

전환되므로 에너지 전환 과정이 반복될수록 진동은 점차적으로 줄기 마련이다. 이를 '감쇠 현상'이라고 한다.

이와 같이 진동에서 일어나는 에너지 전환과, 감쇠의 원리를 적절히 응용한 것이 **현가장치**의 스프링과 쇼크업소버이다. 먼저 차체와 바퀴 사이에 위치한 스프링은 진동을 활용하여 지면에서 받은 충격이 차체로 전달되는 것을 줄여주는 역할을 한다. 예를 들어 ㉠ 평지를 달리던 자동차가 과속 방지턱을 지난 후 높이 변화가 없는 평지를 계속 달리고 있다고 하자. 과속 방지턱에서 받은 충격으로 스프링은 차체와 바퀴 사이에서 눌러 퍼텐셜 에너지가 스프링에 저장된다. 이 에너지로 인해 스프링은 스프링 상단의 차체를 밀어 올리는 일을 하게 된다. 따라서 차체는 수직으로 상향, 가속되다가 평형점을 지나 감속되면서 운동 에너지가 퍼텐셜 에너지로 완전히 전환되는 최고점에 이른다. 이후 차체는 하향, 가속되다가 평형점을 지나 최저점에 도달하게 된다. 이와 같은 에너지 전환이 반복되면서 차체와 스프링은 진동하게 되는 것이다. 하지만 스프링만으로는, 차체 진동의 평형점에서 최고점이나 최저점까지의 거리인 진폭을 줄이는데 시간이 오래 걸리므로 차에 탄 사람에게 불편감을 주게 된다. 그래서 스프링의 진동을 줄여주는 장치가 추가로 필요한데, 그것이 바로 스프링과 연결되어 있는 ㉡ 쇼크업소버이다.



<그림>

<그림>에서와 같이 쇼크업소버는 액체로 가득 찬 밀폐된 실린더와, 그 속에 여러 개의 작은 구멍이 뚫린 피스톤으로 구성되어 있으며 실린더의 윗부분은 차체, 아랫부분은 바퀴와 연결되어 있다. 자동차가 과속 방지턱을 지나 차체와 스프링이 진동할 때, 피스톤도 실린더의 상단이나 하단으로 이동하게 된다. 예를 들어 차체가 수직으로 하향할 때 피스톤도 실린더의 하단으로 이동하게 된다. 이때 피스톤 아래에 있던 액체는 작은 구멍을 통해 피스톤 위로 이동하게 되는데 구멍의 크기가 작아 액체와 구멍 사이에서 마찰이 발생하기 때문에 피스톤이 하단으로 이동하는 속도가 그만큼 줄어들어 천천히 움직이게 된다. 이때 마찰에 의해 열이 발생하여 실린더 내부의 온도가 상승하게 되는데, 이를 에너지의 전환으로 설명하면 운동 에너지가 열 에너지로 흩어지게 되는 것이다. 이와 같은 과정을 통해 쇼크업소버는 차체 진동의 진폭을 줄이게 된다. 결국 자동차의 승차감은 현가장치의 스프링과 쇼크업소버의 기능이 적절히 결합해 만들어지는 것이다.

\* 현가장치: 자동차가 주행 중 노면으로부터 바퀴를 통하여 받게 되는 충격을 흡수하여 차체나 화물의 손상을 방지하고 승차감을 좋게 하는 장치.

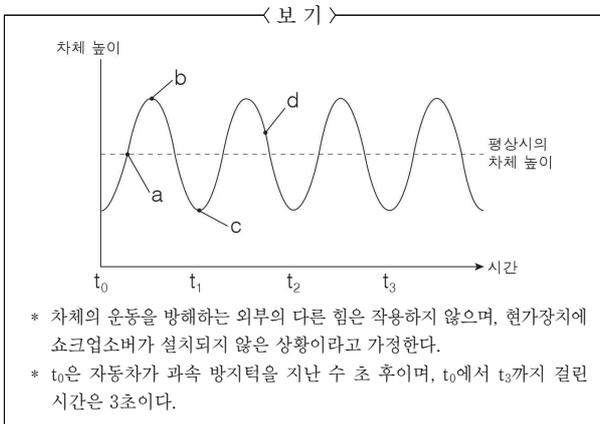
### 25. 위글의 표제와 부제로 가장 적절한 것은?

- ① 현가장치 스프링과 쇼크업소버의 역사
  - 에너지 전환 이론을 중심으로
- ② 현가장치 스프링과 쇼크업소버의 역할
  - 평형점의 이동 원리를 중심으로
- ③ 현가장치 스프링과 쇼크업소버의 작동 원리
  - 에너지 전환과 진동의 감쇠를 중심으로
- ④ 현가장치 스프링과 쇼크업소버의 장점과 단점
  - 에너지의 발생과 감쇠를 중심으로
- ⑤ 현가장치 스프링과 쇼크업소버의 주요 기능
  - 열에너지의 감소 과정을 중심으로

26. ㉠에 대한 이해로 적절하지 않은 것은?

- ① 스프링 대신 고무줄을 사용해도 유사한 현상이 발생할 것이다.
- ② 추를 수직 하향으로 당기면 스프링의 탄성력은 수직 상향으로 작용한다.
- ③ 추를 당겨서 스프링을 늘이려면 스프링의 탄성력보다 큰 힘이 필요하다.
- ④ 추를 당겼다 놓은 후 추가 진동하다 멈추는 것은 공기의 저항 등에 따른 감쇠 현상 때문일 것이다.
- ⑤ 추를 잡아당겼다 놓으면 스프링의 진동은 추를 당기기 전보다 높은 지점에서 결국 멈추게 될 것이다.

[27~28] <보기>는 위글의 ㉡의 상황에서 나타난 차체의 진동을 그래프로 표현한 것이다. 위글과 <보기>를 바탕으로 27번과 28번 물음을 답하십시오.



27. 위글을 바탕으로 <보기>를 이해한 학생의 반응으로 적절하지 않은 것은? [3점]

- ① a는 차체 진동의 평형점으로, a에서의 차체의 수직 방향의 속력은 d에서보다 더 빠르겠군.
- ② b는 수직으로 운동하는 차체의 운동 에너지보다 스프링에 저장된 퍼텐셜 에너지가 큰 지점이겠군.
- ③ b와 c는 스프링이 수직 방향으로 움직이는 속도가 0이 되는 지점이겠군.
- ④ c는 수직 하향하던 차체의 운동 에너지가 0이 되는 지점이겠군.
- ⑤ d는 차체의 높이가 낮아지면서 탄성력에 의해 스프링이 늘어나고 있는 지점이겠군.

28. <보기>의 상황에서 ㉢을 추가로 설치했다고 할 때, 추론한 내용으로 적절하지 않은 것은?

- ① 차체의 높이가 a를 지날 때 ㉢의 피스톤은 실린더의 윗부분으로 이동하고 있을 것이다.
- ② 차체의 높이가 a에서 b가 되는 과정에서 ㉢의 피스톤 아래의 액체는 피스톤 위로 이동하게 될 것이다.
- ③ 차체의 높이 변화라고 할 수 있는 b에서 c까지의 수직 거리는 ㉢의 실린더에서 발생한 마찰로 인해 시간이 흐를수록 감소하게 될 것이다.
- ④ 차체의 높이가 c를 지나게 되면 실린더의 아래쪽으로 이동하던 ㉢의 피스톤의 방향은 전환되었을 것이다.
- ⑤ 차체의 높이가 d일 때 ㉢의 피스톤 아래의 액체가 작은 구멍을 통과하면서 실린더 내부에는 열이 발생할 것이다.

29. 위글의 ㉣(현가장치)에 대해 이해한 내용으로 가장 적절한 것은?

- ① 스프링은 열을 탄성력으로 바꾸고, 쇼크업소버는 진동의 충격을 열로 바꾸는군.
- ② 스프링은 충격이 차체로 전달되는 것을 줄여주고, 쇼크업소버는 차체 진동의 진폭을 줄이는군.
- ③ 스프링은 차체의 진동방향을 바꾸고, 쇼크업소버는 차체 진동의 속도를 높이는 역할을 하는군.
- ④ 스프링에서는 운동 에너지가 열에너지로 전환되고, 쇼크업소버에서는 열에너지가 운동 에너지로 전환되는군.
- ⑤ 스프링에서는 공기와 스프링의 마찰을 늘려서, 쇼크업소버에서는 액체와 피스톤의 마찰을 억제해서 열이 발생되는군.

## ◆ 18년 10월 고3 29~32번

[29 ~ 32] 다음을 읽고 물음에 답하시오.

디젤 엔진은 가솔린 엔진에 비해 일반적으로 이산화 탄소의 배출량이 적고 열효율이 높으며 내구성이 좋다. 하지만 디젤 엔진은 미세 먼지로 알려져 있는 입자상 물질과, 일산화 질소나 이산화 질소와 같은 질소 산화물을 많이 발생시킨다. 이런 물질들은 기관지염이나 폐렴 등 각종 호흡기 질환, 광화학 스모그나 산성비의 주요 원인이 된다. 이에 따라 디젤 엔진이 배출하는 오염 물질을 저감하기 위한 기술이 계속 개발되고 있다.

입자상 물질을 처리하는 대표적인 기술로는 DPF 방식이 있다. 이 방식은 배기가스에서 발생하는 입자상 물질을 필터로 포집하고, 필터에 쌓인 물질들을 일정 시점에 연소시켜 제거함으로써 필터의 기능을 회복한다. 포집된 입자상 물질을 연소시키기 위해서는 포집 필터까지 연료가 흘러 들어갈 수 있게 엔진 실린더에 연료를 공급해야 한다. 연료가 공급이 되면 배기가스에 연료가 섞여 필터에서 연소가 이루어진다. DPF 방식은 엔진을 특별히 개선할 필요 없이 연료를 추가적으로 공급하면 되기 때문에 제작이 용이한 반면 연비가 떨어진다. 또한 질소 산화물을 저감하기 어렵기 때문에 별도의 기술이 필요하다.

질소 산화물을 저감하는 기술로는 ㉠ EGR 방식이 있다. 이 방식은 배기가스를 엔진으로 재순환시킨 다음, 연료를 배기가스와 함께 연소시켜 연소 온도를 낮추는 기술이다. 배기가스를 엔진으로 재순환시켜 연소 온도를 낮추는 까닭은 연료가 낮은 온도에서 연소될 때 질소 산화물의 발생이 감소되기 때문이다. 하지만 연소 온도를 낮추면 입자상 물질이 많이 배출되므로 EGR 방식은 DPF 방식과 함께 쓰인다. EGR 방식은 엔진에 불순물이 쌓일 수 있고, 출력이 저하될 수 있는 단점이 있다.

최근에는 EGR 방식보다 질소 산화물의 저감 효율이 높은 SCR 방식이 개발되어 EGR 방식을 대체하고 있다. ㉡ SCR 방식은 배기가스를 재순환시키지 않기 때문에 EGR 방식보다 엔진에서의 연소 온도가 높다. 이렇게 하면 입자상 물질이 적게 발생하는 대신 질소 산화물이 더 많이 발생하게 된다. 이때 SCR 방식은 암모니아를 이용하여 질소 산화물을 저감한다. 그런데 암모니아는 폭발의 위험이 있고 금속을 부식시킬 수도 있으며 상온에서는 특유의 자극적인 냄새를 풍겨 불쾌감을 유발한다. 그래서 사용에 제약이 있으며 취급 시 주의를 요한다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 SCR 방식에서는 요소를 물에 녹인 요소수를 공급하는 요소수 탱크와 공기를 공급하는 압축 공기 주입기를 별도로 사용하여 SCR 장치에서 다음과 같이 화학 반응이 일어나도록 유도한다. 요소는 열분해를 통해 암모니아와 아이소사이안산으로 분해되고, 아이소사이안산은 가수분해\*되어 이산화 탄소와 암모니아를 생성한다. 일산화 질소는 이렇게 얻어진 암모니아와 함께 공기 중의 산소와 반응하여 질소와 물로 바뀐다. 그리고 이산화 질소는 일산화 질소와 함께 암모니아와 반응하여 역시 질소와 물로 바뀐다.

[A] 화학 반응이 일어나는 SCR 장치 내부는 반응 물질을 흡착시키는 백금이나 바나듐 등을 이용한 금속 촉매로 만들어져 있다. SCR 방식에서는 이러한 촉매의 표면에 배기가스가 오래 머물도록 해 주어야 저감 효율을 높일 수 있다. 즉 공간 속도를 느리게 하여 화학 반응이 일어날 수 있는 시간을 충분히 확보해야 한다. 여기서 공간 속도란 단위 시간당 공급되는 배기가스의 양을 SCR 장치의 촉매의 부피로 나눈 값이다.

SCR 방식은 저감 효율이 높아 이용이 점차 확대되고 있으나 해결해야 할 문제도 안고 있다. 암모니아가 배기가스와 함께 배출되는 암모니아 슬립 현상이 발생할 수 있으며, 요소의 분해가 낮은 온도에서 일어나면 고체 형태의 아멜린이나 멜라민 등이 생성되어 배관 내부나 장치 표면에 고착될 수 있다.

\* 가수 분해: 큰 분자가 물과 반응하여 몇 개의 이온이나 분자로 분해되는 반응.

29. 윗글을 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은?

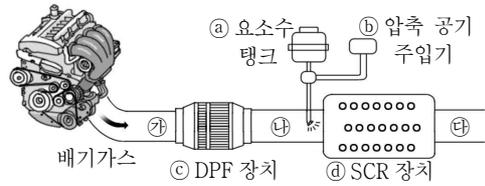
- ① 암모니아 슬립 현상으로 배출되는 암모니아는 배관 내부나 장치 표면에 아멜린이나 멜라민 등을 고착시킨다.
- ② 디젤 엔진이 배출하는 오염 물질을 저감하는 데 DPF 방식과 EGR 방식이 복합적으로 사용될 수 있다.
- ③ DPF 방식에서는 필터에 포집된 입자상 물질을 배기가스에 섞인 연료와 함께 연소시켜 제거한다.
- ④ 디젤 엔진은 가솔린 엔진에 비해 이산화 탄소가 적게 배출되고 열효율이 높다.
- ⑤ SCR 방식에서 이산화 질소가 저감될 때 일산화 질소가 함께 저감될 수 있다.

30. 윗글을 바탕으로 <보기>를 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은? [3점]

< 보 기 >

다음 표는 연소 온도에 따라 배기가스 온도가 높아지고, 저감 장치를 통과하는 과정에서 배기가스에 포함된 질소 산화물의 농도가 달라지는 것을 나타낸 것이다.

배기가스 온도 (°C)	㉠에서의 질소 산화물 농도 (ppm)	㉡에서의 질소 산화물 농도 (ppm)	저감률 (%)
190	151	37.7	75
362	176	0.89	99.4
388	355	0.44	99.8



- ① 배기가스 온도가 190 °C일 때 ㉢로 배출된 입자상 물질은 ㉣를 거치면서 저감되었군.
- ② ㉠에서 ㉡로 공급된 요소가 ㉣에서 열분해와 가수 분해되면 암모니아가 생성될 수 있겠군.
- ③ ㉢를 거치고 남아 있는 입자상 물질은 ㉣를 거치게 되면서 저감되기 때문에 ㉠에 비해 ㉡의 입자상 물질이 적겠군.
- ④ ㉣에서 일산화 질소가 암모니아와 반응하여 물과 질소가 만들어지기 위해서는 ㉡를 통해 공급된 공기가 필요하겠군.
- ⑤ 배기가스 온도가 388 °C일 때 ㉠에서의 질소 산화물 농도가 높은 것은 연료가 높은 온도에서 연소될수록 질소 산화물이 많이 생성되기 때문이겠군.

31. ㉠과 ㉡를 비교한 내용으로 적절한 것은?

- ① ㉠과 ㉡는 모두 배기가스를 엔진으로 재순환시켜 질소 산화물의 저감 효율을 높인다.
- ② ㉠은 ㉡과 달리 질소 산화물을 저감하는 과정에서 엔진에 불순물이 쌓일 수 있다.
- ③ ㉠은 ㉡과 달리 불쾌감을 유발할 수 있는 암모니아를 배출한다.
- ④ ㉠은 ㉡에 비해 질소 산화물의 저감 효율이 높다.
- ⑤ ㉠은 ㉡에 비해 높은 온도에서 연료가 연소된다.

32. [A]를 바탕으로 추론한 내용으로 가장 적절한 것은?

- ① 공간 속도가 빠르면 장치 내에서 배기가스의 체류 시간이 짧아져 저감 효율이 감소할 것이다.
- ② 금속 촉매의 표면에 단위 시간당 흡착되는 배기가스의 양이 많을수록 저감 효율은 감소할 것이다.
- ③ SCR 장치 내부에 백금이나 바나듐을 이용하는 것은 공간 속도를 빠르게 하여 저감 효율을 높이기 위한 것이다.
- ④ 단위 시간당 공급되는 배기가스의 양이 일정할 때 SCR 장치의 촉매의 부피가 클수록 공간 속도는 빨라질 것이다.
- ⑤ SCR 장치의 촉매의 부피가 일정할 때 공간 속도가 빨라졌다면 단위 시간당 공급되는 배기가스의 양이 줄어든 것이다.