01 물질대사와 에너지

핵심 포인트
- 물질대사의 구분 ★★★
- 세포호흡 ★★★
- ATP의 분해와 합성 ★★
- 에너지의 전환과 이용 ★★

A 생명활동과 물질대사

1. 물질대사 생명체에서 생명활동을 유지하기 위해 일어나는 모든 화학 반응이다.
└ 생명체에서는 생명활동에 필요한 물질과 에너지를 얻기 위해 끊임없이 물질대사가 일어난다.

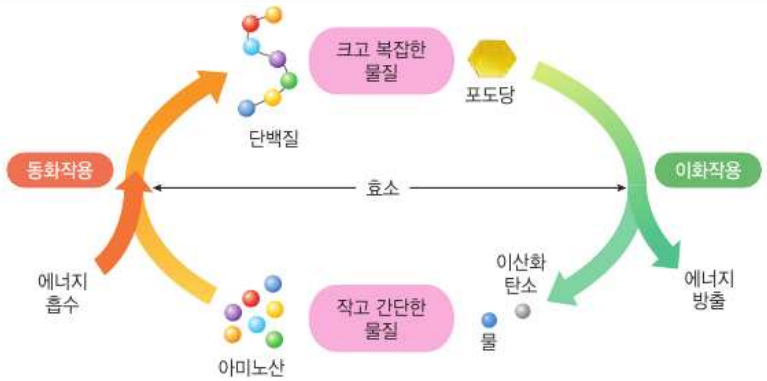
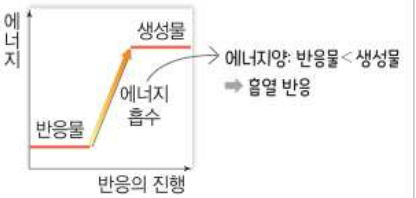
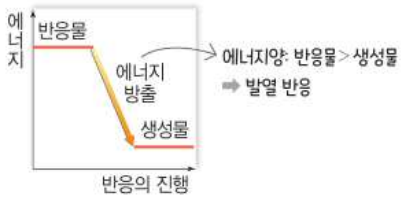
2. 물질대사의 특징

(1) 반드시 에너지 출입이 함께 일어난다. ➡ 에너지가 흡수되거나 방출된다.

(2) 반응이 단계적으로 일어난다. ➡ 에너지가 여러 단계에 걸쳐 출입한다.

(3) ❶효소가 관여한다. ➡ 체온 정도의 온도에서 반응이 일어난다.

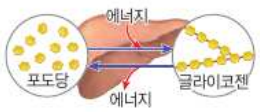
3. 물질대사의 구분 동화작용과 이화작용으로 구분한다. 대표 자료 1 / 35쪽

구분	동화작용	이화작용
정의	작고 간단한 물질을 크고 복잡한 물질로 합성하는 반응	크고 복잡한 물질을 작고 간단한 물질로 분해하는 반응
물질 변화		
에너지 변화		
예	• 단백질합성: 아미노산을 결합하여 단백질을 합성한다. → 이자세포에서는 아미노산을 결합하여 소화효소를 합성한다. • 광합성: 빛에너지를 흡수하여 이산화 탄소와 물로부터 포도당을 합성한다. • 글라이코젠 합성: ◆간에서 포도당을 결합하여 글라이코젠을 합성한다. • 핵산 합성: 뉴클레오타이드를 결합하여 핵산(DNA, RNA)을 합성한다.	• 단백질 분해: 단백질을 아미노산으로 분해한다. • 세포호흡: 포도당을 이산화 탄소와 물로 분해한다. • 글라이코젠 분해: 간에서 글라이코젠을 포도당으로 분해한다. • 알코올 분해: 간에서 알코올을 이산화 탄소와 물로 분해한다.

✱ **생명체 밖 화학 반응과 물질대사 비교**
- 생명체 밖에서 포도당이 연소될 때에는 고온·고압에서 반응이 한 번에 일어나며, 한꺼번에 많은 에너지가 방출된다.
- 생명체 내에서 세포호흡으로 포도당이 분해될 때에는 효소가 관여하여 체온 정도의 낮은 온도에서 일어난다. 이때 여러 효소가 관여하며, 단계적으로 반응이 일어나 에너지가 소량씩 방출된다.

포도당의 연소 / 세포호흡으로 포도당 분해

◆ **간에서 일어나는 물질대사**
- 동화작용: 글라이코젠 합성, 혈장단백질 합성 등
- 이화작용: 글라이코젠 분해, 세포호흡, 알코올 분해 등



글라이코젠의 합성과 분해

용어

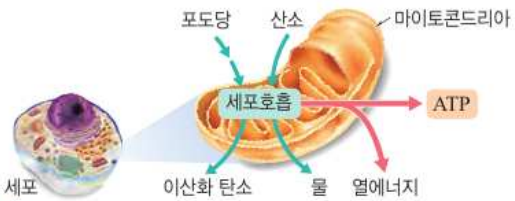
❶ **효소(enzyme)** 화학 반응의 활성화에너지를 낮추어 반응이 빠르게 일어나도록 촉진하는 생체촉매이다.

B 에너지의 전환과 이용

1. 세포호흡 세포에서 영양소(주로 포도당이 이용되며, 이외에도 아미노산, 지방산 등이 이용된다.)를 분해하여 생명활동에 필요한 에너지를 얻는 과정이다.

(1) **세포호흡의 장소:** 주로 마이토콘드리아에서 일어난다. (마이토콘드리아를 중심으로 일어나지만 일부 과정은 세포질에서 진행된다.)

(2) **세포호흡과 에너지:** 세포호흡 과정에서 포도당이 산소와 반응하여 이산화 탄소와 물로 분해되면서 에너지가 방출된다. ➡ 방출된 에너지의 일부는 ATP에 화학 에너지 형태로 저장되고, 나머지는 열로 방출된다. (약 34 %, 약 66 %)



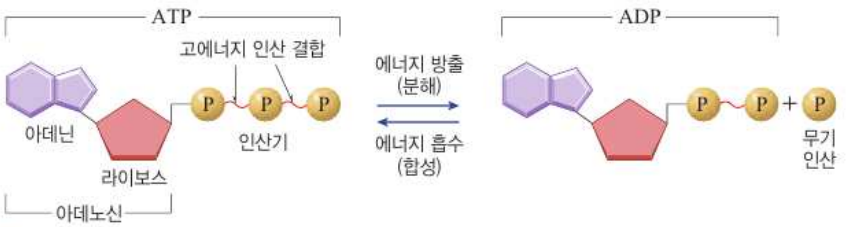
세포호흡과 ATP 생성

2. ATP 생명활동에 직접 사용되는 에너지 저장 물질이다.

(1) **ATP의 구조:** 아데노신(아데닌+라이보스)에 3개의 인산기가 결합한 구조로, 인산기와 인산기 사이의 결합(고에너지 인산 결합)에는 많은 에너지가 저장되어 있다.

(2) **ATP의 분해:** ATP의 끝에 있는 2개의 인산기 사이의 결합이 끊어져 ADP와 무기인산으로 분해되면서 에너지가 방출된다.

(3) **ATP의 합성:** ADP와 무기인산이 에너지를 흡수하여 ATP로 합성된다.



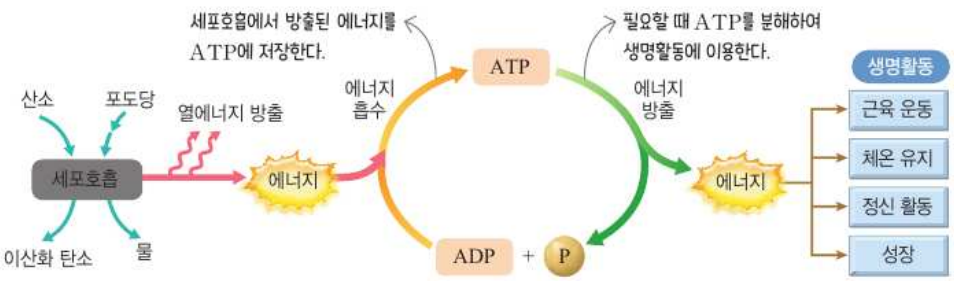
ATP의 분해와 합성

3. 에너지의 전환과 이용 포도당의 화학 에너지는 세포호흡을 통해 ATP에 화학 에너지 형태로 저장되고, 이는 여러 가지 형태의 에너지로 전환되어 다양한 생명활동에 이용된다. (화학 에너지, 기계적 에너지, 열에너지, 소리 에너지 등)

대표 자료 2 / 36쪽

에너지의 전환과 이용

세포는 ATP가 ADP와 무기인산으로 분해될 때 방출되는 에너지를 이용하여 생명활동을 한다. ADP와 무기인산은 세포호흡에서 방출되는 에너지를 흡수하여 다시 ATP로 합성된다.



주의해

세포호흡과 ATP에 저장되는 에너지

세포호흡으로 포도당이 분해되면서 방출된 에너지가 모두 ATP에 저장되는 것은 아니다. 방출된 에너지의 일부는 열에너지로 방출된다.

◆ **ATP와 ADP의 비교**

- ATP (adenosine triphosphate): 아데노신에 인산기 3(tri-)개가 결합한 화합물
- ADP (adenosine diphosphate): 아데노신에 인산기 2(di-)개 결합한 화합물

궁금해

포도당에 저장된 에너지를 ATP로 바꾸어 사용하는 까닭은?

대부분의 생명활동에는 적은 양의 에너지가 필요하다. 즉, 포도당에 저장된 많은 양의 에너지를 ATP에 나누어 저장하면 필요한 만큼만 꺼내 쓸 수 있어 에너지를 효율적으로 사용할 수 있다.

◆ **ATP가 이용되는 다양한 예**

- 반딧불이의 발광: ATP를 이용하여 아랫배 끝에 있는 발광세포에서 빛을 낸다. ➡ 화학 에너지 → 빛에너지
- 전기뱀장어의 발전: ATP를 이용하여 전기를 생산한다. ➡ 화학 에너지 → 전기 에너지
- 오리의 비행: ATP를 이용하여 날갯짓을 한다. ➡ 화학 에너지 → 기계적 에너지

정답친해 12쪽

개념 확인 문제

핵심 체크

- (❶): 생명체에서 일어나는 모든 화학 반응이다.

(❷)작용	(❸)작용
• 작고 간단한 물질을 크고 복잡한 물질로 합성하는 반응이다. • 에너지가 (❹)된다.	• 크고 복잡한 물질을 작고 간단한 물질로 분해하는 반응이다. • 에너지가 (❺)된다.

- (❻): 세포에서 영양소를 분해하여 에너지를 얻는 과정으로, 주로 마이토콘드리아에서 일어난다.
- (❼): 세포의 생명활동에 직접 사용되는 에너지 저장 물질이다. ATP가 ADP와 무기인산으로 분해되면서 에너지가 방출되고, ADP와 무기인산이 에너지를 흡수하여 ATP로 합성된다.
- **에너지의 전환과 이용:** 포도당의 화학 에너지는 ATP에 (❽) 에너지 형태로 전환되고, ATP의 (❽) 에너지는 다양한 형태의 에너지로 전환되어 생명활동에 이용된다.

1 물질대사에 대한 설명으로 옳은 것은 ○, 옳지 않은 것은 ×로 표시하시오.

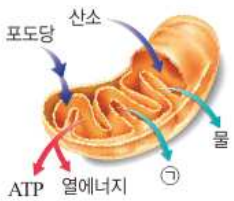
(1) 효소가 관여한다. ..... ( )
(2) 반응이 한 번에 일어난다. ..... ( )
(3) 생명체 안팎에서 일어나는 모든 화학 반응이다. ( )

2 그림은 물질대사 과정을 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 동화작용과 이화작용을 순서 없이 나타낸 것이다.

(가)와 (나) 중 각 설명에 해당하는 것의 기호를 쓰시오.

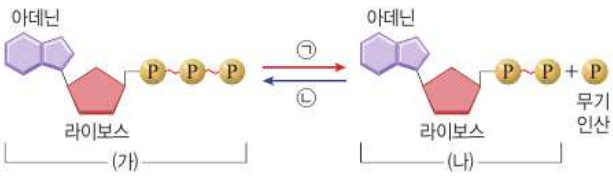
(1) 동화작용이다. ..... ( )
(2) 에너지가 방출된다. ..... ( )
(3) 반응물의 에너지양이 생성물의 에너지양보다 많다. ..... ( )
(4) 대표적인 예로는 광합성이 있다. ..... ( )

3 그림은 세포호흡 과정을 나타낸 것이다.



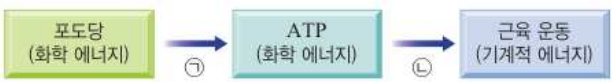
(1) ㉠에 해당하는 물질을 쓰시오.
(2) 이 반응이 주로 일어나는 장소를 쓰시오.

4 그림은 ATP와 ADP 사이의 전환을 나타낸 것이다.



(1) (가)와 (나)는 각각 무엇인지 쓰시오.
(2) ㉠과 ㉡ 중 에너지가 흡수되는 과정을 쓰시오.

5 그림은 근육 운동을 할 때 우리 몸에서 일어나는 에너지 전환을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것은 ○, 옳지 않은 것은 ×로 표시하시오.

(1) ㉠에서 세포호흡이 일어난다. ..... ( )
(2) ㉠에서 포도당의 화학 에너지는 모두 ATP의 화학 에너지로 전환된다. ..... ( )
(3) ㉡에서 ATP가 ADP와 무기인산으로 분해된다. ..... ( )

대표 자료 분석 1

동화작용과 이화작용

그림 (가)는 우리 몸에서 일어나는 물질대사 과정 Ⅰ과 Ⅱ를, (나)는 Ⅰ과 Ⅱ 중 한 과정에서의 에너지 변화를 나타낸 것이다.

(가) (나)

기출 Point

- 물질대사의 특징 이해하기
- 동화작용과 이화작용의 차이점 구분하기

출제 의도

생명체 내에서 일어나는 물질대사를 동화작용과 이화작용으로 구분하고, 각 과정에서의 에너지 출입을 설명할 수 있는지를 묻는 문제이다.

유사 문항

- 내신 만점 문제 01번, 04번, 05번
- 실력 UP 문제 01번

1 (가)에서 Ⅰ과 Ⅱ는 각각 동화작용과 이화작용 중 무엇에 해당하는지 쓰시오.

2 (나)는 Ⅰ과 Ⅱ 중 어떤 과정에서 일어나는 에너지 변화인지 쓰시오.

3 (　　) 안에 알맞은 말을 고르시오.

(1) Ⅰ에서 에너지가 (흡수, 방출)된다.
(2) 단백질은 아미노산보다 (크고 복잡한, 작고 간단한) 물질이다.
(3) Ⅱ는 글라이코젠이 포도당으로 (합성, 분해)되는 반응이다.
(4) 글라이코젠은 포도당보다 한 분자당 에너지양이 (적다, 많다).
(5) (나)에서 반응물의 에너지양은 생성물의 에너지양보다 (적다, 많다).

4 생명체에서 일어나는 물질대사 과정 중 (나)에서와 같은 에너지 변화를 나타내는 반응을 [보기]에서 있는 대로 고르시오.

보기
ㄱ. 단백질 ⟶ 아미노산
ㄴ. 포도당 ⟶ 글라이코젠
ㄷ. 이산화 탄소 + 물 ⟶ 포도당 + 산소
ㄹ. 포도당 + 산소 ⟶ 이산화 탄소 + 물

5 빈출 선택지로 완벽 정리!

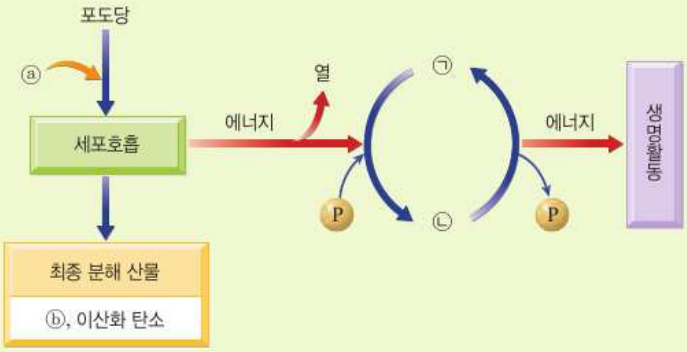
(1) 우리 몸에서는 동화작용과 이화작용이 모두 일어난다. (○ / ×)
(2) Ⅰ은 발열 반응이고, Ⅱ는 흡열 반응이다. (○ / ×)
(3) 간에는 Ⅱ 과정에 관여하는 효소가 있다. (○ / ×)
(4) 세포호흡 과정에서 (나)에서와 같은 에너지 변화가 나타난다. (○ / ×)

정답친해 13쪽

대표 자료 분석 2

에너지의 전환 및 이용

그림은 사람에서 포도당의 에너지가 세포호흡을 통해 생명활동에 이용되는 과정을 나타낸 것이다. ⓐ와 ⓑ는 물과 산소를 순서 없이 나타낸 것이고, ㉠과 ㉡은 ATP와 ADP를 순서 없이 나타낸 것이다.



기출 Point

- 세포호흡 과정에서 방출되는 에너지와 ATP의 관계 알기
- ATP와 ADP의 전환 과정과 에너지 출입 이해하기
- 에너지가 전환되어 생명활동에 이용되는 예 이해하기

출제 의도

세포호흡 과정에서 포도당의 화학 에너지가 ATP에 화학 에너지 형태로 저장되고, ATP가 분해될 때 방출된 에너지가 여러 생명활동에 이용된다는 것을 이해하고 있는지를 묻는 문제이다.

1 ⓐ와 ⓑ는 각각 무엇인지 쓰시오.

2 ㉠과 ㉡은 각각 무엇인지 쓰시오.

3 ( ) 안에 알맞은 말을 고르시오.

(1) 포도당이 세포호흡을 통해 분해되는 반응은 (동화작용, 이화작용)에 해당한다.
(2) 세포호흡 과정에서 에너지가 (방출된다, 흡수된다).
(3) ㉠이 ㉡으로 되는 과정은 (동화작용, 이화작용)에 해당한다.
(4) ㉡이 ㉠으로 되는 과정에서 인산 결합이 (생성된다, 끊어진다).

4 빈출 선택지로 완벽 정리!

(1) 세포호흡은 주로 마이토콘드리아에서 일어난다. ..... (○ / ×)
(2) 세포호흡 과정에서 방출된 에너지는 모두 ㉡에 저장된다. ..... (○ / ×)
(3) 세포호흡을 통해 포도당의 화학 에너지는 ATP의 화학 에너지로 전환된다. (○ / ×)
(4) ㉡에 저장된 에너지는 생명활동에 이용된다. ..... (○ / ×)
(5) 포도당이 분해되어 생성된 에너지의 일부는 체온 유지에 이용된다. ..... (○ / ×)
(6) 근육 운동을 할 때 ㉡에 저장된 에너지가 사용된다. ..... (○ / ×)

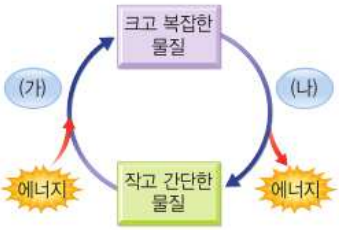
유사 문항

- 내신 만점 문제 06번, 08번

내신 만점 문제

A 생명활동과 물질대사

중요 **01** 그림은 생물에서 일어나는 물질대사 과정을 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 동화작용과 이화작용을 순서 없이 나타낸 것이다.

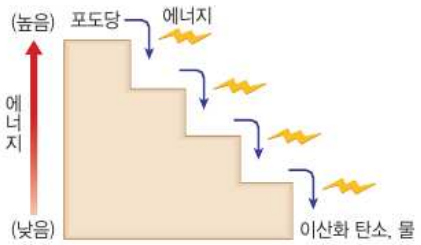


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. (가)는 이화작용이다.
ㄴ. 세포호흡은 (나)에 해당한다.
ㄷ. (가)는 흡열 반응, (나)는 발열 반응에 해당한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

02 그림은 생명체 내에서 세포호흡으로 포도당이 분해될 때 일어나는 에너지 변화를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

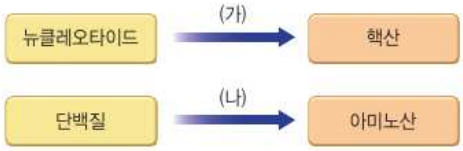
보기
ㄱ. 효소가 관여한다.
ㄴ. 단계적으로 반응이 일어나 에너지가 소량씩 방출된다.
ㄷ. 생명체 밖에서 일어나는 포도당의 연소는 위와 같은 반응이 일어나는 온도에서 일어날 수 있다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답친해 13쪽

서술형

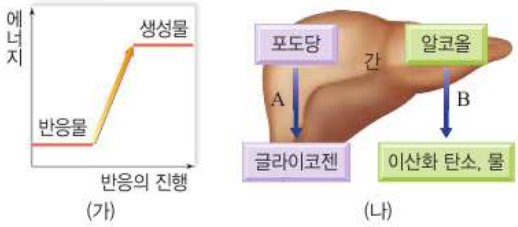
03 그림은 사람에서 일어나는 물질대사 과정을 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 동화작용과 이화작용을 순서 없이 나타낸 것이다.



(1) (가)와 (나)의 공통점을 한 가지 서술하시오.

(2) (가)와 (나)의 차이점을 에너지의 출입과 관련지어 서술하시오.

중요 **04** 그림 (가)는 어떤 화학 반응에서의 에너지 변화를, (나)는 간에서 일어나는 물질의 변화 과정을 나타낸 것이다.

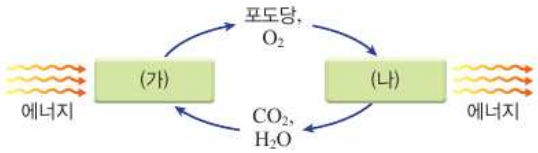


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. (가)에서 에너지가 방출된다.
ㄴ. A에서 (가)와 같은 에너지 변화가 나타난다.
ㄷ. B에서 알코올의 에너지양은 이산화 탄소와 물의 에너지양을 합한 값보다 적다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

05 그림은 생명체에서 일어나는 물질대사를 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 세포호흡과 광합성을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. (가)는 광합성이다.
ㄴ. (나)에서 빛에너지가 화학 에너지로 전환된다.
ㄷ. (가)와 (나)에 모두 효소가 관여한다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

07 다음은 세포호흡에 대한 자료이다. ㉠과 ㉡은 ADP와 ATP를 순서 없이 나타낸 것이다.

(가) 포도당은 세포호흡을 통해 이산화 탄소와 물로 분해된다. 이 과정에서 포도당에 저장된 에너지의 일부는 ㉠에 저장되며, (나) ㉠이 ㉡과 무기인산으로 분해될 때 방출된 에너지는 생명활동에 이용된다.

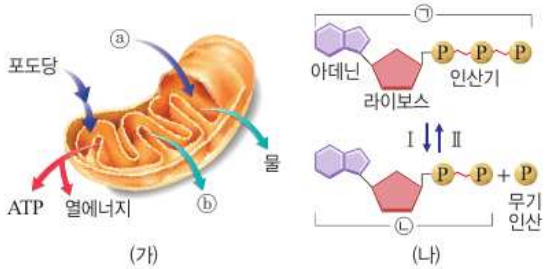
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. (가) 과정에서 에너지가 방출된다.
ㄴ. (나)의 일부는 체온 유지에 이용된다.
ㄷ. ㉡은 아데닌, 라이보스, 인산기 3개가 결합한 구조이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

B 에너지의 전환과 이용

중요 **06** 그림 (가)는 사람의 세포소기관 X에서 일어나는 세포호흡을, (나)는 물질 ㉠과 ㉡ 사이의 전환을 나타낸 것이다. ⓐ와 ⓑ는 이산화 탄소와 산소를, ㉠과 ㉡은 ADP와 ATP를 순서 없이 나타낸 것이다.

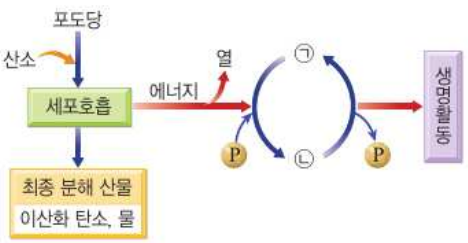


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. X는 마이토콘드리아이다.
ㄴ. ⓐ는 산소이고, ⓑ는 이산화 탄소이다.
ㄷ. Ⅰ에서 인산기 사이의 결합이 생성된다.
ㄹ. 세포호흡 과정에서 Ⅱ가 일어난다.

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

중요 **08** 그림은 사람에서 세포호흡을 통해 에너지가 전환되어 생명활동에 사용되는 과정을 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 ATP와 ADP를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 포도당이 분해될 때 방출되는 에너지는 모두 ㉡에 저장된다.
ㄴ. 한 분자당 에너지양은 ㉡이 ㉠보다 많다.
ㄷ. 근육 운동을 할 때 ㉡에 저장된 에너지가 사용된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

실력 UP 문제

09 다음은 증류수에 효모를 넣어 만든 효모액을 이용한 실험이다.

- 효모는 산소가 있을 때에는 산소를 이용하여 세포호흡을 하며, 산소가 없을 때에는 ㉠포도당을 에탄올과 이산화 탄소로 분해하여 에너지를 얻는다.
- 포도당 분해 과정이 활발히 일어날수록 이산화 탄소 방출량이 많아진다.

[실험 과정]

(가) 발효관 A~C에 표와 같이 서로 다른 용액을 넣고, 맹관부에 공기가 들어가지 않도록 발효관을 세운 후 입구를 솜으로 막는다.

발효관	용액
A	증류수 20 mL + 효모액 15 mL
B	10 % 포도당 용액 20 mL + 효모액 15 mL
C	음료수 20 mL + 효모액 15 mL

(나) 발효관 A~C를 35 ℃의 항온기에 넣고 일정 시간이 지난 후 맹관부에 모인 이산화 탄소의 부피를 측정한다.

[실험 결과]

발효관	A	B	C
이산화 탄소의 부피	없음	+++	+

(+가 많을수록 이산화 탄소의 발생량이 많음)

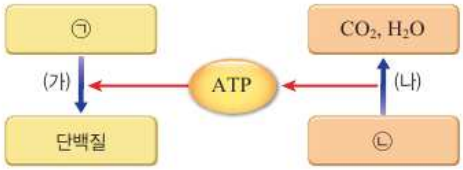
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. A에서 ㉠이 일어났다.
ㄴ. ㉠은 C에서보다 B에서 더 활발하게 일어났다.
ㄷ. C에서 발생한 이산화 탄소는 동화작용으로 생성된 것이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

01 그림은 사람에서 일어나는 물질대사 과정 (가)와 (나)를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 포도당과 아미노산을 순서 없이 나타낸 것이다.



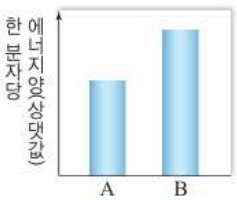
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. (가)에서 에너지가 흡수된다.
ㄴ. (가)에서 $\frac{\text{생성물의 에너지양}}{\text{반응물의 에너지양}}$은 1보다 크다.
ㄷ. 간에서 (나)가 일어난다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02 그림은 물질 A와 B의 상대적인 에너지양을, 표는 물질 (가)와 (나)의 고에너지 인산 결합의 수를 나타낸 것이다. A와 B는 (가)와 (나)를 순서 없이 나타낸 것이고, (가)와 (나)는 ATP와 ADP를 순서 없이 나타낸 것이다.



물질	고에너지 인산 결합의 수
(가)	2
(나)	ⓐ

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ. ⓐ는 1이다.
ㄴ. B는 (가)이다.
ㄷ. 세포호흡 과정에서 (나)가 (가)로 전환된다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ