

[과학·기술 01 - 오로라의 원리]

1. 서론에서는 핵심어 '오로라'의 (), 오로라의 여러 가지 명칭인 (), (), 과학적 관점에서 오로라에 대한 ()를 밝히며 논지를 전개하고 있다
2. 오로라의 발생 원인은 ()이며, 이는 () 현상으로 인한 ()의 대량 방출을 의미한다
- **플라스마 상태**: 태양풍 내에 ()과 ()의 양이 같아 전기적으로 중성을 띠는 ()의 상태
3. 태양풍의 ()은 지구 자기장 밖으로 흩어지지만, ()는 자기장 안으로 들어와 ()을 따라 움직인다. 즉 태양풍의 ()만이 오로라를 일으킨다.
4. 태양풍이 고에너지로 가속이 되는 원인은 (=)이며, ()의 () 부분에서 일어난다.
5. 이는 자기력선을 따라 지구의 () 부근으로 쏟아진다.
6. 가속된 태양풍 중 일부가 대기와 충돌하면서 질소나 산소와 같은 기체들을 ()하는 동시에 ()로 만든다.
7. 들뜬상태의 기체 → 바닥상태의 기체: 그 차이만큼의 에너지를 ()으로 방출,
이때 빛은 에너지 차이 () 파장 ()

파장			
3,914Å (자색광)	4,278Å (청색광)	5,577Å (녹색광)	6,300Å (적색광)
에너지			

복사 붕괴

분자나 원자가 저절로 바닥상태로 전이하면서 에너지 차이만큼의 빛을 방출하는 것

- 대기 밀도 () → 입자 간 충돌 () → 운동 에너지 전환 () → 복사 붕괴 ↓
∴ 조건: 대기의 밀도가 매우 () 함, 고도가 () 함(고도 ()km 이상)

질소

- 1) 들뜬 상태의 ()분자가 바닥 상태로 전이하면서 ()과 ()의 오로라를 방출한다.
- 2) 태양풍이 ()을 만들 때 방출된 ()는 다른 분자를 ()는 못하지만, () 원자를 들뜨게 한다.

산소

- 1) 첫 번째 복사 붕괴 과정: 들뜬 상태의 산소 원자는 () 상태로 전이하면서 ()의 오로라를 방출
- 복사 붕괴에 걸리는 시간은 ()초이며, 고도 ()km에서 일어난다
- 2) 두 번째 복사 붕괴 과정: 준안정 상태의 산소 원자는 ()로 전이하면서 ()의 오로라를 방출
- 복사 붕괴에 걸리는 시간은 ()초이며, 고도 ()km 이상에서 일어난다
- 즉, 복사 붕괴에 걸리는 시간이 녹색광보다 ()고 에너지가 더 ()기 때문에,
대기가 ()하여 밀도가 ()은 () 고도에서만 일어난다.

8. 하지만 실제로 오로라는 극지방보다 ()에서 많이 볼 수 있다

이유 ①

- 안쪽 자기력선: 지구와 () → 자기장 () → 고에너지 태양풍 입자 ()
- 강한 태양풍 → 강한 ()쪽 자기력선(그림 기호:) → 위도가 () 지역(그림 기호:)에서 () 오로라
- 약한 태양풍 → 약한 ()쪽 자기력선(그림 기호:) → 위도가 () 지역(그림 기호:)에서 () 오로라

이유 ②

- 지구의 ()은 계속해서 변화 → 지리상의 북극점과 ()
- 『조선왕조실록』() 오로라 기록: () 태양풍, () 자기력선이 이동 ⇒ 자기장의 (), 자기 북극의 ()집작

[과학·기술 02 - 대사량과 열의 이동]

- ()은 인체에 필요한 에너지의 총량으로 ()과 ()의 합이다.
- 기초 대사량은 ()를 위해 필요한 최소 에너지로, ()로 차이가 있고, ()이 조절을 담당한다.
- 체중이 무거울수록 기초 대사량이 (), 단위 체중당 기초 대사량은 체중이 작을수록 ()
곧 기초 대사량과 체중은 정비례의 관계가 ()
- 갑상샘 항진증이 있는 사람은 기초 대사량이 () 체중이 ()할 확률이 높고,
갑상샘 저하증이 있는 사람은 기초 대사량이 () 체중이 ()할 확률이 높다

< 대사량을 충족하기 위한 에너지 생성과 소모 >

- 사람은 대사량을 충족하기 위해 체내에서 ()의 촉매 역할을 통해 음식 속의 영양소를 ()하여 필요한 ()를 얻는다.
- 반응 과정에서 생성된 ()과 ()는 신체 외부 직접 배출되지만, 과다 섭취한 영양소는 새로운 ()을 형성하거나 체내에 ()으로 축적되어 체중을 증가시킨다. 반대로 부족하면 대신 체내에 (), ()을 차례로 소모하지만, 이내 그에 ()하고 기초 대사량은 ()한다.
- 사람은 ()를 소모할 때, ()이 많이 발생하는데 이를 ()로 방출해야만 한다.

< 열 방출 방법 >

- 사람을 포함한 동물들은 체내의 열을 방출하기 위해 주로 ()를 이용한다.
- ()이 넓으면 많은 에너지를 소모할 수 있다.
- 사람과 동물의 단위 표면적당 기초 대사량 즉, 기초 대사량을 피부 표면적으로 나눈 값이 거의 ()한 이유는 피부 표면적과 기초 대사량이 () 관계이기 때문이다. 이는 ()과도 관련이 된다.

① 피부 표면의 복사·대류

- 체내 깊은 곳의 열이 피부로 전도되기 위해서 피부 표면(=외부)의 온도는 체내 온도보다 ()한다.
- ()로 방출되는 양은 외부의 ()가 () 증가하고,
()로 방출되는 양은 피부 주변 ()이 () 증가한다.

② 외부의 온도가 높을 때 ⇒ ()의 증발

- 긴장했을 때 땀이 나는 이유는 ()로 인해 ()이 분비되기 때문이다
- 일반적으로 ()에서 체온 ()을 감지할 때 난다.

< 동물의 열 방출 >

- 인간과 동물은 ()에 민감하여 체온과 기초 대사율의 관계는 () 관계이다.
- 겨울에는 ()을 통해 체온을 () 활동을 하지 않아 대소량을 ()하고,
여름에는 에너지원을 충분히 ()하면서 열의 방출을 원활하게 한다.
- 털 때문에 땀으로 열을 배출하기 어려운 동물들은 () 호흡을 통해 열의 방출량을 늘린다.

[과학·기술 03 - 지구 온난화 논쟁]

- 권위 있는 통계 자료를 ()하여 ()의 실제적 사실을 뒷받침하고 있다.
- 지구 온난화의 ()에 대한 상반된 입장을 ()한 측면에서 ()으로 제시하여 ()하고 있다.
- 지구의 기후 체계는 매우 다양한 요소들이 ()을 가지며 () 작용을 하고 있다.
- 기후에 영향을 미치는 요인은 태양 활동의 변화, 지구 공전 궤도의 변화와 같은 ()와 내부 인자인 지구 내부의 () 변화가 있다.

지배적 관점

<p>1. 원인 () 요인: 인간의 활동 () → 온실가스 농도 () ⇒ ()에 주목 이산화탄소 농도와 지구 온난화 간의 관계는 () 관계</p> <p>2. 복사 수지의 변화 온실가스 증가 → 지구에서 우주로 나가는 복사 에너지의 양 () → 지구의 복사 수지 () → 지구 온난화 심화 : 지구 온도 ↑ → 설빙 면적 () → 반사되는 태양 에너지의 양 (), 흡수량 () ∴ 인위적 요인에 의한 지구 온난화 주장이 () 확보하려면 복사 수지 ↑ 명확한 근거 제시해야 함</p> <p>3. 기후 되먹임 현상 온실가스 증가 → 기온 상승 → 증발 () → 대기 중 온실가스 = () 농도 () → 지구 온난화 심화</p>

회의론자

<p>1. 원인 () 요인: ()의 변화 = ()으로부터 유입되는 에너지의 () 이산화탄소 농도와 지구 온난화 간의 관계는 () 관계 ⇒ '영향이 있지만 절대적으로 ()' - 온실가스 배출량에 근거를 둔 ()의 신뢰성 인정 () - 지구의 기후 시스템은 지구의 기후가 안정적으로 유지되도록 서로 (협력)하고 있기 때문에 인간의 활동에 의해 개조될 만큼 단순하지 (않다) : 온실가스 증가 → () 작동 → 다시 ()을 찾게 될 것</p> <p>2. 복사 수지의 변화 온실가스 증가 → 복사 수지의 변화 () → ()의 지구 온난화 X : 지구 온도 ↑ → 지구가 우주로 ()하는 복사 에너지 양 () → 복사 수지 () → 지구 온도 () * 오늘날까지도 절대론자들은 이에 대한 분명한 반론을 () ※ 히로타 교수: ()으로 온도 상승이 발생하더라도 복사 에너지 흡수량보다 ()이 더 () bec) 오늘날 ()의 폭이 (), ()인 ()의 순환</p> <p>3. 기후 되먹임 현상 () 대기에서 온실가스 증가 → 대기 () → () 구름 발달 → () 대기의 () → ()로 유발된 지구 온난화 현상 상당 부분 ()</p>

- 어떤 기후학자들의 견해도 지구 온난화의 ()을 파란하고 그 진행을 ()하는 데에는 한계 () bec) 과학계가 아직 ()을 분명하게 밝히지 못하고 있기 때문에
- 기후 시스템의 ()과 온실가스 배출량 추이의 () 등으로 인해 지구 온난화로 인한 기후 변화에 정확히 답하기는 어려움
- 지구 온난화의 진행이 명확히 입증될 때까지 ()을 방지할 수 없기 때문에 () 요인이 지구 온난화의 원인이라는 주장에 주의를 기울이면서 온실가스 배출에 대한 () 제기

[과학·기술 04 - 열용량]

- 시작 부분에서 아스팔트와 연못의 ()를 통해 중심 화제인 ()에 대한 흥미를 유발하고 있다.

열소론

18c 사람들: '온도 - 열량 구별 () → 온도 () 열량 () 열소의 양'

- 열소: 질량이 () 입자

- 동일 질량, 같은 온도의 () 물체 → () 동일 → ()이 같다고 간주

그러나 (열소론 관점에 대한 ())

: 서로 ()로 이루어진 두 물체 → 같은 온도라도 열량은 () bec) ()이 다르기 때문에

18c 초 파렌하이트: 열용량의 () 도입

< 실험 내용 > 같은 질량·같은 온도의 뜨거운 수은과 물 + 차가운 물에 넣음

: 뜨거운 물을 넣은 경우의 온도가 더 () 걸 확인 → ()의 열용량이 더 큼

- 비열: 어떤 ()의 온도를 올릴 때 필요한 열량을 같은 양의 ()을 같은 온도로 올리는 데 필요한 열량과 비교하여 나타낸 것

18c 중엽 블랙

- 온도가 같은 물체라도 서로 () 양의 열을 지님 : 온도 - 열량 구별 () → '열소론'과 ()

- 물체가 지니는 열의 양을 표현하기 위하여 ()이라는 용어를 () 사용

: 열 = 어떤 ()을 가진 ()로 간주 → '열소론'에 ()

→ 온도: 물체를 구성하는 원자나 분자의 운동 에너지의 () / 열량: 물체가 지닌 에너지의 ()

∴ 열소론에 근거하여 ()을 의미하는 열용량이라는 용어는 문제가 있음 but) ()으로 용어 사용

열용량: 물질이 에너지를 ()을 나타내는 물질의 성질

몰 열용량: 어떤 물질 1몰에 열량 Q가 전달되어 온도 변화 ΔT 가 발생했을 때, () ÷ ()

→ 온도 변화(ΔT)는 몰 열용량에 (), 물질마다 열용량은 ()

: 물질에 가해진 열량이 동일할 때, 열용량이 큰 물질의 온도 변화는 () 열용량이 작은 물질의 온도 변화는 ()

물질에 열이 전달되는 과정

어떤 계의 () 에너지: 모든 에너지의 총합

→ 분자의 () 에너지와 ()에 의한 에너지 + 분자 간 ()에 의한 () 에너지

- 절대적인 값은 알 수 () → 내부 에너지의 ()을 ()와 ()에 의해 도출

2. 등적 과정

: 기체 () 일정하게 유지 → 기체 () () → 온도 ()

★ 등적 과정의 온도 변화가 더 () → 등적 열용량 () 등적 열용량

< 내부 에너지의 변화량 >

열 전달 → 열에 상응하는 내부 에너지 () ⇒ 등적 열용량 = () ÷ ()

2. 등압 과정

: 기체 () 일정하게 유지 → 기체 () () → 온도 ()

< 내부 에너지의 변화량 >

열 전달 → 열에 상응하는 내부 에너지 () + (): 기체 () → 용기 부피 ↑

※ () = 내부 에너지 + 팽창일 ⇒ 등압 열용량 = () ÷ ()

→ 온도 변화와 몰 열용량 값 이용하여 추산 bec) 엔탈피 절대량 알 수 ()

열용량 개념의 의의와 유용성 첨언

- 물질의 가장 중요하고 기본적인 물성,

- 온도 변화와 열용량을 이용하면 어떤 공정의 (), ()을 구할 수 있음

[과학·기술 05 - 분리 뇌와 해석기]

좌우 ()적 신체

→ 뇌의 좌우 반구에 특정 역할을 하는 부위가 ()적으로도 ()을 이뤄 분포

좌반구	- ()쪽 몸: 오른팔, 오른 다리의 감각·운동 - ()쪽 시야: 망막 ()쪽에 상이 맺힘 → ()의 시각 피질로 전달
우반구	- ()쪽 몸: 왼팔, 왼 다리의 감각·운동 - ()쪽 시야: 망막 ()쪽에 상이 맺힘 → ()의 시각 피질로 전달

() ⇒ ()에게만 나타나는 독특한 현상

뇌의 좌우 반구가 기능적으로 대칭적이지 않은 것, 인간의 뇌에서 ()가 이루어지게 된 것

좌반구	() 능력, ()적 사고
우반구	(), (), ()의 파악

bec) 좌우 반구를 가로질러 정보가 전달되는 데 ()이 걸리기 때문

→ 같은 반구에서 처리하게 됨으로써 ()인 대응이 가능

분리 뇌 실험 ⇒ ()를 이해하기 위한 실험

()을 절단하는 처치를 받은 사람 * 뇌량: 좌우 반구의 ()을 ()하는 부위

분리 뇌 소유자의 () 시야에 물건을 놓음 → 우뇌의 시각 피질이 물건 자각 → “무엇이 보이냐” → “아무것도 보이지 않는다”

: ()가 물건을 보았지만, 언어를 담당하는 ()가 물건에 대한 정보를 전달받지 못했으므로

* () 손으로 만진 물건인 경우, 그것이 무엇인지 말할 수 있음

정상적인 사람	- 좌우 뇌가 따로 인지한 정보를 ()을 통하여 주고받음으로써 내용 ()
분리 뇌를 가진 사람	- 좌우 뇌의 ()이 끊어져 있기 때문에 정보 공유할 수 없어 정보의 ()이 발생

해석기

- 특성: () 정보에서 단서를 찾아 () 관계를 설정하여 ()하게 그럴듯한 이야기를 ()

≠ 논리적 추론을 철저히 수행하여 판단

- 역할: ()의 정보와 () 정보를 화해시켜 ()을 만들어 냄

- 정보가 해석기로 전달되는 과정

정상적인 사람	()에서 들어오는 정보 → ()의 시상 → () 피질(시각·청각 피질)의 1차 감각 영역: (), 저장 → ()의 해석기로 전달
---------	---

- 실시간으로 뇌의 활동을 미세하게 ()할 수 있는 기술이 개발되어 해석기의 역할을 증명함

- ()하기는 하나, ()함 (≠ 이성적, 합리적 판단)

but) ()에 유리 : 급박한 대처가 필요한 생존 환경에서 ()한 단서에도 ()한 대응

[과학·기술 06 - 지구 냉각설과 빙하기설]

지구 냉각설 : 점진적 냉각

지구 기후가 일관되게 점점 더 서늘해지고 있음, 지구가 () 상태에서 식으면서 지구 기후도 서서히 서늘해진 것, 밖으로 유출되는 지구 ()의 ()이 지구 ()를 결정하는 것으로 가정

- ① **뫼피온**: 시베리아, 북아메리카 북부 지방에서 발견된 () 화석
→ 열대 동물인 코끼리가 고위도 지방에서 발견된 것을 근거로, 지구 전체 기후가 현재보다 현저하게 () 것
↔ **퀴비에**: 코끼리가 아닌 ()와 마스토돈의 것 → 추운 기후에 살았으므로 뫼피온의 근거는 ()
- ② 석탄 광장에서 발견되는 열대성 화석 ()
: 현재 () 기후를 보이는 북유럽이 고생대 석탄기에는 () 기후

지질학 이론 - 격변설

과거에 지속되던 대부분의 지질학적 안정기를 ()적·()한 지각 변동이 중단시킨다
⇒ 지구 냉각설과 충돌하지 (): () 지구 냉각 = 안정기의 특성



지질학 이론 - 점진설

- 지질 변화는 늘 () () 일어나고 있음.
- 지각 융기와 침강이 () 반복되는 () 설정이 핵심

라이엘: 석탄기 열대 식생이 광범위하게 존재했다는 ()의 근거 자체의 ()성은 ()
but) 과거 지금보다 높은 기온이 전반적으로 더 오래 지속된 것 = 지구의 냉각과는 ()
- 육지가 바다보다 복사열 더 () 흡수 → ()에 따라 지구의 평균 기온 상승/하강 사이클 반복
: 대륙의 분포가 ()에 많아지면 평균 기온 (), ()에 많아지면 평균 기온 ()

빙하기설

- ()의 기후 변동 가능성에 대한 주장에 영향 받음
 - 오래되지 않은 지질학적 과거에 극심하게 추운 기후가 존재했다는 주장
 - 북유럽과 북아메리카가 오래되지 않은 과거 지질 시대에 광범위하게 ()에 덮여 있었다는 증거 발견
: 기반암이 심하게 굽힌 흔적, ()이 널리 분포 * 표석: 주변의 암석과는 다른 특성을 갖는 바윗돌
- 현재의 ()의 이동에서도 발생하는 지형적 특징 → 지질학적 증거를 통해 ()의 존재를 증명
↔ 격변론적 지구 냉각설: ()에 의해 야기

아가시: () 동안 유럽을 덮고 있었던 광범위한 얼음층에 의해 ()이 형성되었을 가능성 주장
- 지구가 서서히 냉각되는 것은 맞지만 그 과정이 연속적이지 않다 → ()을 제한적으로 받아들임
- ()자: 오랜 안정기 사이사이에 급격한 기온의 하강과 상승이 () 일어남
but) 지구 전역이 전반적으로 지금보다 더 추운 때가 있었다 = ()에 따른 생각
→ 지구 냉각설의 기본 전제를 ()하는 것
- 1840년 영국 스코틀랜드의 홍적층에서 굽힌 자극과 많은 표석: ()의 증거

라이엘

- 비격변적 빙하기의 존재 인정 bec) 기후 변동 사이클과 합치 → ()의 존재 인정
 - 홍적층 표석 = 녹는 빙산에서 떨어진 ()로 설명 → ()을 빙하기의 증거로 인정하지 ()
- 1850년대: 빙하기설 재고하기 시작 ⇒ 빙하기가 점차 과거에 실재했던 ()로 인정받음

탄들 = 격변설에서 벗어나 () 수용
빙하가 () 변화의 원인이 될 수 있음, 지구 시스템의 ()인 변화 양상의 하나로 기후 변화를 설명
① 스코틀랜드의 산들이 보이는 특징: () 자형 계곡 → ()에 의한 침식 ↔ () 자형 계곡
② 지각 ()설: 지각 위에 빙하나 암석이 쌓이면 지각이 (),
() 이후에 빙하나 암석이 사라지면 지각이 (융기)

[과학·기술 07 - 진공의 정의와 압력의 측정]

진공 ()이 전혀 없는 비어 있는 공간 ≠ 공기가 전혀 없는 상태

아리스토텔레스

진공의 존재 (): '자연은 진공을 싫어한다'

- ① 더 이상 쪼개지지 않는 알갱이는 존재하지 않으며, 우주는 연속된 물질로 () 차 있음
: 물질이 비어 있는 공간인 진공은 존재하지 않음
- ② 물체가 이동할 때는 언제나 () 속을 통과, 매질의 농도 \uparrow \rightarrow 저항 () \rightarrow 물체의 속도 ()
if) 매질이 전혀 존재하지 않는 '진공'이 존재한다면 물체의 속도는 무한정 () 됨
but) 그런 일 없음 \rightarrow 진공의 존재를 인정할 수 없음

갈릴레이

지하수를 퍼내는 펌프에서 물이 펌프관을 통해 10.3m까지는 올라가지만, 그 이상은 올라가지 않음

if) 아리스토텔레스: 자연은 진공 상태를 () 빨리 없애기 위해 물이 위로 올라와야 함. but) 그러지 않음
 \Rightarrow 자연에서도 진공(= 빈 공간)이 ()한다고 생각

토리첼리

수은 기둥 실험: 한쪽이 막힌 1m 유리관에 수은을 가득 채운 후, 수은이 가득 찬 그릇 안에 뒤집어 세우는 실험
 \rightarrow 수은 기둥의 ()가 76cm 내려오다 머물러 있고, ()cm의 빈 공간이 생김

- ① 수은 기둥의 위에 형성된 공간 = ()의 존재 입증
- ② 수은 기둥이 일정한 높이에서 더 내려오지 않고 머물러 있는 것 = ()의 작용 때문
 \therefore 대기압 = 수은 기둥 76cm를 들어 올릴 힘 : 대기압 \uparrow \rightarrow 들어 올릴 힘 () \rightarrow 수은 기둥의 높이 ()

진공의 현실적 정의

수은 기둥 위의 공간이 완벽한 의미의 진공은 (): 기화된 수은 + 수증기

but) 실제로는 특정 공간의 기체 분자들을 하나도 남김없이 없애는 일은 ()함이 밝혀짐

: 진공 상태라 하더라도 1cm³당 10,000개 정도의 기체 분자 존재, 실제로 완전한 진공 상태는 존재하지 않음

\therefore 공학자들: '진공' = 대기압, 즉 1기압보다 압력이 () 상태

진공 정도 정량적 확인 방법: 해당 공간의 () 측정
: 압력() = 단위 부피당 기체 분자의 개수()에 (), 1기압 = 10^5 Pa \rightarrow 진공 () 10^5 Pa <부등호>

진공 상태 측정 방식 ① - 부르동 게이지

- () 차이에 의한 힘을 측정
- ()Pa 이상의 압력을 측정하는 데 사용
- 부르동관 = 단면이 편평한 타원형의 관을 () 자 모양으로 구부려 한쪽 끝을 고정하고 다른 쪽 끝은 폐쇄한 관
- 부르동관에 () \rightarrow 압력에 ()하여 관이 퍼져 ()에 가깝게 되고, 낮아지면 원래대로 ()
- 압력에 의한 () 정도를 확대해 눈금판 위에 나타내도록 함

진공 상태 측정 방식 ② - 열전대 게이지

- 압력에 따라 뜨거운 ()가 ()을 빼앗기는 정도의 차이를 이용
- 대기압 10^5 Pa ~ ()Pa 영역의 압력 측정
- ()에서 금속선으로 만든 ()에 전류 \rightarrow 주변보다 온도 () \rightarrow 열 방출 ()

압력 \uparrow	\rightarrow 필라멘트 주변 기체 분자의 밀도 () \rightarrow 기체 분자 수 () \rightarrow 충돌 () \rightarrow 방출열 () \rightarrow 열 손실 () \rightarrow 온도 ()
압력 \downarrow	\rightarrow 필라멘트 주변 기체 분자의 밀도 () \rightarrow 기체 분자 수 () \rightarrow 충돌 () \rightarrow 방출열 () \rightarrow 열 손실 () \rightarrow 온도 ()

- () 전류를 흘렸을 때의 필라멘트의 ()를 재어 압력 측정

[과학·기술 08 - 데이터 트랜잭션]

트랜잭션

- 특정한 데이터 () 업무를 수행하기 위해 필요한 작업들을 모아 놓은 논리적인 집합
- 시스템 () 및 장애나 오류 ()에 활용
- 데이터에 결함이나 흠이 없는 ()을 보장하기 위해 활용

데이터의 무결성이 보장되기 위한 조건 ① - 일관성

- 트랜잭션이 수행되기 전과 후에 각기 데이터의 오류 없이 () 상태가 유지
- 트랜잭션이 수행되는 중: ()으로 일관된 상태가 ()
- 트랜잭션이 성공적으로 수행된 () 데이터는 ()이 있는 상태가 유지되어야 함

	A	B	합계	
4,000원 이체 전	10,000 원	0 원	10,000 원	
이체 후	6,000 원	4,000 원	10,000 원	일관성 ()
	6,000 원	0 원	6,000 원	일관성 ()

데이터의 무결성이 보장되기 위한 조건 ② - 격리성

- 현재 수행 중인 트랜잭션이 ()될 때까지 그 트랜잭션에 다른 트랜잭션이 접근할 수 ()
- 오류 발생 방지: 트랜잭션들이 () 하나씩 수행되는 경우와 동일하게 결과를 얻을 수 있도록 ()
- 동시에 여러 사용자의 트랜잭션들이 수행되어도 () 각각 수행된 것처럼 정확하고 일관된 결과가 생성

		정상		오류: ㉠ 완료 전 ㉡ 수행	
		㉠ A → B 2,000원 이체	㉡ B 1,000원 입금	㉠	㉡
A	2,000 원	0 원	0 원	0 원	/
B	2,000 원	4,000 원	5,000 원	5,000 원	
		첫 번째 트랜잭션 ()	두 번째 트랜잭션 ()	첫 번째 트랜잭션 ()	

데이터의 무결성이 보장되기 위한 조건 ③ - 지속성

- 트랜잭션의 수행이 완료된 후의 ()는 어떤 경우에도 손실되지 않고 ()되어야 함
- 시스템에 장애나 ()가 발생하더라도 트랜잭션의 수행 결과는 없어지지 않고 ()되어야 함
- 장애나 오류 발생 시 데이터를 원래의 상태로 복구하는 ()이 필요

* 회복: 장애나 오류가 발생하였을 때 데이터를 오류가 없는 이전의 일관된 상태도 ()하는 것
 ex) 사본 데이터를 회복 시스템의 ()에 복사
 → 장애나 오류로 문제 발생 시 사본 데이터를 원래의 상태로 ()

< 데이터 회복을 위해 필요한 요소 >

()	데이터 전체를 다른 저장 장치에 ()으로 ()
()	- 데이터 작업이 있을 때마다 별도의 파일에 () 관련 내용들을 () - 트랜잭션의 (), 데이터의 () (변경 전·후의 값), 트랜잭션의 () 등이 기록

< 덤프와 로그 바탕으로 데이터를 회복하는 방법 >

()	가장 최근에 저장된 데이터의 ()을 가져온 후 ()를 이용해, 복사본이 처음 만들어지기 ()한 시점부터 ()된 트랜잭션을 차례대로 ()하는 것
()	()를 이용해 () 수행한 작업부터 ()으로 ()해 가면서, ()에 트랜잭션이 완료된 데이터 상태로 ()하는 것

[과학·기술 09 - 회전 거울을 이용한 광속 측정]

빛의 속력을 측정하려 했던 시도들 : 광속이 ()하다는 생각에 ()

갈릴레이	수 km 떨어져 있는 두 곳에서 빛의 신호를 주고받아 그 ()을 계산하려 함 → 빛의 속력이 너무 빨라 ()
뢰메르	목성과 이오(목성의 위성)의 ()적 현상 이용 → 21만 km/s : 정확한 빛의 속력과는 거리가 ()

()의 '회전 거울' 시험: () 측정해야 함

	<p>- 각속도: 회전 운동에서 물체가 단위 ()당 회전하는 ()</p> $\omega = \frac{\text{회전각}}{\text{단위 시간}} = \frac{(\quad)}{t}$ <p>- 빛의 이동 경로: S → () → () → () → ()</p> <p>- 탐지기의 위치: 광원으로부터 ()만큼의 각도 → ()에 따라 탐지기의 위치가 달라짐</p> <p>- 빛의 이동 거리 = 왕복 거리: ()</p> <p>- 빛이 고정 거울에서 반사되어 돌아오는 데 걸리는 시간 = t</p> $t = \frac{(\quad)}{(\quad)}$ <p>- 회전각 $\theta = (\quad)$에서 측정한 값(=2θ) ÷ ()</p> <p>- 빛의 속력 = $\frac{2h}{t} = \frac{(\quad) \times (\quad)}{(\quad)} = \frac{\omega \times 2h}{\theta}$</p>
<p>S: () , R: () , M: ()</p> <p>θ: ()</p> <p>h: 두 거울 사이의 ()</p> <p>ω: ()</p>	

()의 팔면 회전 거울 실험: () 측정해야 함

	<p>- 빛의 이동 경로 : S → () → () → () → ()</p> <p>⇒ 팔면경이 정확히 () 바퀴를 돌았을 때 가능 : M1의 1이 정확하게 ()의 위치가 되도록 회전해야 함 ∴ 팔면경의 ()를 조절하여 가능하게 함</p> <p>- 빛의 속력 = $\frac{\text{빛의 } (\quad)}{\text{팔면경이 } (\quad) \text{ 바퀴 도는 데 걸리는 } (\quad)}$</p> <p>- 기계적 오차 최소화 방법</p> <p>① ()이 부는 ()이나 () 정밀하게 보정 ② 전기적으로 정확하게 구동되는 ()를 이용</p> <p>- 현재 알려진 빛의 속력과 거의 () 값 = 299,792,458km/s</p>
<p>S: ()</p> <p>M1: () 거울의 한 면</p> <p>M2: () 거울</p>	

공통점: 두 거울 간의 ()에 따라 빛의 ()가 달라짐

푸코와 마이컬슨의 광속 측정의 의의

- 현대의 광속 측정 방법 개발 전, ()적 데이터에 의존하지 ()
- ()에서 통제 가능한 실험 방법에 의거하여 빛의 속력을 매우 ()하게 측정

* 현대: '빛 = ()' → 전자기파의 속력 = () × ()
: 광속은 가장 기본적인 물리 () 중 하나, 현대의 길이 단위인 () 또한 빛의 속력으로부터 정의됨

[과학·기술 10 - 수중 위치 측정 방법]

수중 환경 개발

수심이 () 곳	수중 로봇: 조종자의 명령에 따라 반응하는 () 방식 → 스스로 습득한 환경 정보에 따라 주어진 임무를 자율적으로 수행하는 () 방식 ∴ () 기능 기본적 요구 ⇒ 상대적·절대적 () 파악할 수 있는 능력 필수
--------------	---

수중 위치 추정 방식

제약	① 전자기 신호의 ()이 () 위성 항법 장치(GPS) 등의 신호가 매우 제한적으로 사용 가능 ② () 등의 영향으로 () 기반의 기술 적용 또한 매우 제한적
----	---

⇒ () 이용한 () 방식: ① 전달 속도가 () ② 전자기 신호에 비해 상대적으로 ()이 낮음

장기선 방식(LBL) - () 추정에 용이

- 중계기를 ()로 설치하고, 수중 로봇이 ()된 중계기들이 형성하는 공간 ()에서 이동할 때 그 위치 측정
- 위치 측정의 기준이 되는 ()간의 거리가 길기 때문에 장기선 방식으로 불림

통신기	추적 대상이 되는 ()에 부착되어 초음파 신호를 ()하고 ()하는 장치
중계기	해저에 초음파 신호를 () 및 ()하는 장치
신호	()로 구성된 초음파 센서 이용
송수신 방법	: 압력 가해지면 → () 발생 / 초음파 가해지면 → 압전 소자 () → () 발생

①	() ()에서 초음파 신호를 ()
②	() 신호 (), 응답 신호를 수중 로봇으로 () : 중계기마다 각각 () 주파수대의 신호 송신
③	() 통신기를 통해 선로 간의 신호를 ()하여 각 중계기 신호의 () 시각 측정
④	() 초음파 신호의 () 시각과 () 시각의 ()를 이용하여 해저에 설치된 각각의 ()까지의 거리 ()하여 자신의 수중 위치 파악

장점	해저면에 설치되는 중계기 사이의 ()를 ()하여 로봇의 위치를 ()하게 추정할 수 있다
단점	- 해저면에 중계기의 ()과 ()를 위한 상당한 ()이 소요 - 해저면에 설치된 중계기의 () 파악을 위한 () 과정 수행에도 상당한 시간과 노력이 필요

단기선 방식(SBL) - () 추정에 용이

- 초음파를 탐지하는 몇 개의 ()를 수중 로봇을 운영하는 ()의 선체 표면에 설치
- 수중 로봇에는 ()를 부착하여 수중 로봇의 () 위치를 측정
- 장기선 방식에 비해 ()이 짧기 때문에 단기선 방식으로 불림

①	() 초음파 신호 ()
②	() 설치된 () 개의 ()가 이를 (), 응답 신호를 () 신호로 ()
③	() ()로 구성된 ()를 통해 수중 로봇이 송신한 신호를 ()
④	() 초음파 신호가 ()에 도달한 시각을 측정함으로써 모선에 대한 수중 로봇의 () 위치를 ()하여 수중 로봇으로 ()

장점	- 가격이 () - () 해역에서 () 수의 센서로도 운용 가능 - 지속적으로 ()해야 하는 수중 로봇의 위치 추정에 용이 bec) ()이 수중 로봇을 따라감
단점	- () 때문에 선박이 움직이게 되면서 위치 측정의 기준점이 되는 ()의 위치가 시간에 따라 변화 → () 필요

한계 - 대안

한계: 수중 구조물, 항만 시설, 수조 등 ()된 공간 → 초음파 센서를 활용한 () 어려움

ex) 다중 경로 에러, 장애물에 의한 불완전한 데이터 송수신

대안: () 이용 수중 위치 추정 시스템 → 구조화된 환경에서 정확한 위치 추정과 ()된 시스템 구축

[과학·기술 11 - 군집 분석]

데이터 마이닝

- 데이터에 내포된 지식을 채굴하는 것: 가치 있는 정보를 (발견), 체계적인 지식으로 () → 다양한 분석 도구 필요
- 대용량 데이터로부터 유용한 ()이나 ()를 발견하는 과정
- 데이터 마이닝 ()들은 요구 사항과 문제의 성격에 따라 (), (), ()으로 구분
 - 데이터 집합에 존재하는 속성들간의 패턴을 확인하는 (): 속성들간에 존재하는 ()를 밝히는 () 표현 제작
- 인터넷 사용에서의 클릭이 데이터 마이닝의 데이터로 활용 → 도출: 취향에 맞는 광고 문자를 받았을 때

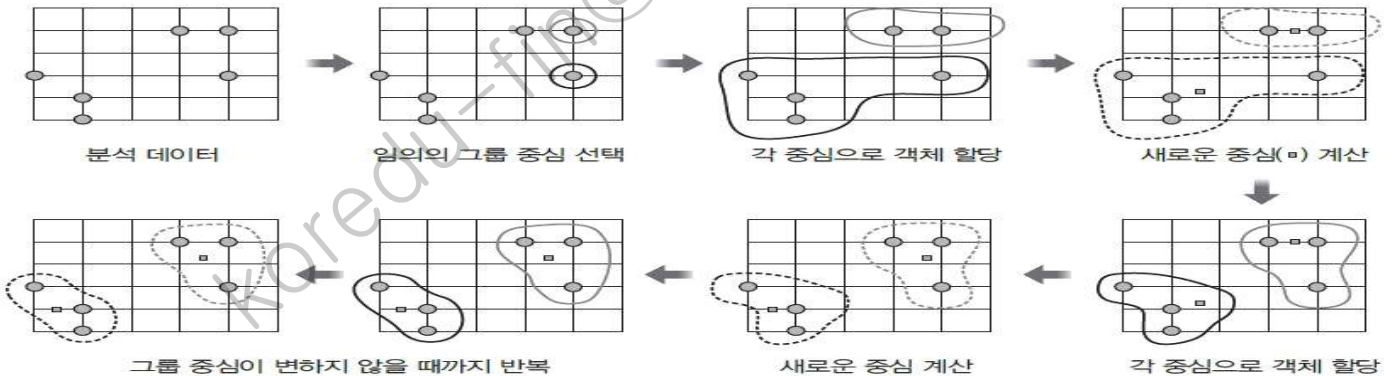
군집 분석

- 항목, 사건, 개념 등을 ()이라고 하는 ()들로 분류하는 것
- 인간의 자연스러운 추론 과정을 반영한 분석법
- (), () 객체들 사이의 ()에만 의존하여 비슷한 객체들끼리 군집을 형성하여 그룹화하는 방법
 - : 군집화의 대상 () 범주에 관한 정보가 주어지지 ()

군집	① () 군집 내의 객체들과는 ()하고, () 군집의 객체들과는 ()한 객체들의 집합 ② 여러 응용에서 집합적으로 ()의 그룹으로 여겨지거나 객체들의 요약 ③ 대규모 데이터 집합을 유사성에 따라서 그룹들로 분할한 것 → ()
----	---

() 정도	: 대상을 정의하는 속성값을 통해 계산 → () 사용: 거리가 () 객체들끼리 묶어 유사성 판단
목적	- 데이터 ()에 대한 지식 획득 - 각 군집의 () 관찰 - 추가적인 분석을 위해 특정 군집 집합에 ()을 맞추기 위한 도구
특징	- 데이터 유형과 특정한 분석 목표, 해당 응용 환경에 따라 다양한 방법 사용 - 군집 분석을 데이터를 파악하기 위한 () 수단으로 사용할 때는 같은 데이터에 대해 () 군집 분석 방법을 시도
의의	이전에는 명확하지 않았지만 일단 ()되면 미 있고 ()한 연관 관계와 구조들을 밝혀냄 ⇒ 타겟 마케팅, 시장 조사 등 많은 응용 분야에서 사용

분할 기법: 객체들을 임의의 k개 그룹으로 나누고, 객체들을 반복해서 비교하여 군집 내 객체들은 비슷하게, 다른 군집의 객체와는 유사하지 않도록 객체들의 그룹을 ()해서 개선해 나가는 방법



임의의 위치에 k개 그룹의 () 설정 → 각 객체를 k개 중심값들 중 가장 () 중심값의 그룹으로 정함
→ 각 그룹에 포함된 객체들의 ()을 구해, 이를 새로운 ()으로 정함 → 새로운 중심값에 대하여 다시 모든 객체를 검사하여 가장 가까운 중심값의 그룹으로 () → ... → ()까지 그룹 갱신

이상치

- 데이터의 일반적인 모형·행동에 대응하지 못하는 객체들로, 데이터 그룹에 ()되거나 값이 심하게 다른 객체
- 확률 모형 시: 특정 분포나 정규 분포와 불일치되는 객체
 - 거리 기준: 해당 객체와 이웃한 거리 이내의 가까운 객체들이 충분히 () 경우
- ⇒ () 분석에 악영향을 줄 수 있으므로 ()하거나 ()
- but) 소수 이상치가 () 분석
- () 행위자의 객체 정보인 경우: 비정상 사용자 조사, 사기 행위 탐색
 - 극도로 낮거나 높은 수입을 보이는 고객들의 () 성향 파악, 의학 치료에서 ()한 반응 찾기 위한 분석

[과학·기술 12 - 신체 부착형 인장 센서]

신체 부착형 건강 관리 소자

- 핵심 기능: 사용자의 작은 움직임(호흡, 맥박)~관절 운동 같은 큰 움직임(관절 운동)까지 신체의 움직임과 관련한 다양한 정보 ()하는 기능
- 착용자의 신체 표면인 피부에 밀착되어 동작에 따른 신체 피부의 (), 즉 () 측정
- 맥박, 목젓 10% ~ 관절 운동 최대 65% 까지 측정

인장 센서 신체의 피부가 늘어나고 줄어드는 정도를 측정해주는 기기 ⇒ 신체 부착형 건강 관리 소자의 기능을 구현 : 인간의 오감을 대신하여 대상의 물리량을 계측해주는 장치, 어떤 자극에 대한 반응을 측정하는 것

전기 저항형 인장 센서

- 전기 ()의 변화를 감지
- 투명 고무처럼 신축성이 있는 ()에 여러 개의 ()이 () 모양으로 붙어 있음
- () → () : 전압을 가해 전류가 흐름
- 신체에 부착된 (지지체)가 특정 방향으로 () → 나노 선: 균열 () → 저항 ()
- () → 나노 선: 균열 () → 저항 ()
- ⇒ ()의 ()의 변화를 측정함으로써 신축의 정도 파악



전기 용량형 인장 센서

() 구조	나노 선: 전도체	⇒	- 나노 선 () + 양과 음의 전하가 각각 두 전도체에 ()되게 - ()을 지녀 전압을 가하면 두께가 변화됨
	지지체: ()		
	나노 선: 전도체		

- 센서가 인장됨에 따라 ()로 배치된 두 ()에 저장된 전기 ()의 변화를 측정하는 방식

전기 용량	- 단위 전압당 물체가 저장하는 ()의 양 - 전극 면적에 (), 전극 사이의 거리에 () * 전극 = 전도체 = 나노 선
-------	--

- 전압 → 센서의 길이 () → 나노 선의 총면적 (), 지지체의 두께 ()
- = 부도체 = 지지체 → 두 전극 사이의 거리 () → 전하의 양 () → 전기 용량 ()
- ⇒ 전기 용량 변화 측정 → 지지체의 ()가 변화한 정도 파악

전기 저항형 · 전기 용량형 센서 성능 판단 요소

()	- 자극 () 대비 ()의 정도			
	인장 센서의 감도 = () 정도에 따른 ()적 신호 변화 = $\frac{\text{전기적 신호 변화}}{\text{외부 자극에 의한 변형 정도}}$			
	<table border="1" style="width:100%"> <tr> <th style="width:50%">전기 저항형 인장 센서</th> <th style="width:50%">전기 용량형 인장 센서</th> </tr> <tr> <td> $\text{감도} = \frac{(\text{ })\text{변화율}}{(\text{ })\text{변화율}} = \frac{\text{저항 변화량}}{\text{최초 저항값}} \cdot \frac{\text{늘어난 길이}}{\text{최초 길이}}$ </td> <td> $\text{감도} = \frac{\text{전기 용량 변화율}}{\text{지지체의 길이 변화율}}$ </td> </tr> </table>	전기 저항형 인장 센서	전기 용량형 인장 센서	$\text{감도} = \frac{(\text{ })\text{변화율}}{(\text{ })\text{변화율}} = \frac{\text{저항 변화량}}{\text{최초 저항값}} \cdot \frac{\text{늘어난 길이}}{\text{최초 길이}}$
전기 저항형 인장 센서	전기 용량형 인장 센서			
$\text{감도} = \frac{(\text{ })\text{변화율}}{(\text{ })\text{변화율}} = \frac{\text{저항 변화량}}{\text{최초 저항값}} \cdot \frac{\text{늘어난 길이}}{\text{최초 길이}}$	$\text{감도} = \frac{\text{전기 용량 변화율}}{\text{지지체의 길이 변화율}}$			

- () - 특정 힘이 가해졌을 때, () 변화에 대해서 ()의 변화가 ()하는 직선으로 결과가 나타나는 정도
- () - 필요성: 센서의 반응이 그에 상응하는 특정한 값을 가져야 ()하는 데 ()하기 때문
- () - 센서에 외압이 가해졌을 때 이에 상응하는 정상 상태 값의 ()에 도달하는 데 걸리는 시간
- () - () 좋음
- () - 얼마나 오랜 반복적 신축 ()까지도 센서가 () 신축 시 나타냈던 신호 값의 변화를 반복적으로 ()하는가

[과학·기술 13 - 오토 사이클 엔진과 이를 개선한 앳킨슨 사이클 엔진]

하이브리드 자동차

- () 사이클 엔진 사용: 기존의 () 자동차의 내연 기관인 () 사이클 엔진 대체

엔진	연료를 연소시킴으로써 ()에 의해 기계를 돌리는 것
모터	() 힘에 의해 기계를 돌리는 것

: 엔진과 모터를 함께 사용: ()가 엔진의 일 분담 + 앳킨슨 사이클 엔진 → 연비 개선

오토 사이클 엔진

- 행정: 내연 기관에서 실린더 내부의 피스톤이 () 번 올라가거나 내려가는 것

- 오토 사이클 엔진의 4행정 (= () 사이클 = 크랭크축 () 회전): 흡입, 압축, 폭발, 배기

크랭크축 1회전	() 행정 : 하강	- 피스톤이 최고로 올라갔을 때의 위치인 ()에서 → 실린더 내부 부피 () 실린더 내부 부피 () ← 최소로 내려갔을 때의 위치인 ()으로 () - 배기 밸브 닫힘, 흡기 밸브 () → 실린더의 내부 압력 () → 공기 () → 유입된 공기에 () 분사 → 혼합 기체 ()
	() 행정 : 상승	- 배기 및 흡기 밸브 () → 피스톤이 하사점에서 상사점으로 () → 혼합 기체 () - 내연 기관의 실린더 안으로 들어간 기체가 피스톤에 의해 압축 → 실린더 내부 부피 () 압축비 = 실린더 내부의 압축 전 () 부피 : 압축 후 () 부피 = () : 1
크랭크축 1회전	() 행정 : 하강	- 점화 플러그 이용 → 스파크 → 혼합 기체 () → 생성된 연소 가스의 압력으로 피스톤이 하사점까지 () → () 발생 - 배기 및 흡기 밸브 () → 실린더 내부 부피 () - 팽창 비율: 압축된 가스가 팽창되는 정도 = $\frac{1}{\text{압축비}}$ bec) 흡입 기체의 부피 = 배출하는 기체의 부피
	() 행정 : 상승	- 배기 밸브 () → 피스톤이 상사점으로 () → 연소 가스를 밀어 () 실린더 외부로 ()

한계	
① 엔진의 열효율 문제	- 열효율: 연소에서 발생한 열이 바퀴를 돌리는 기계적 일로 얼마나 ()되는가 - 압축비 ↑ → 팽창비 () → 열효율 () but) 압축비를 너무 크게 하면 압축에 의한 지나친 온도 상승으로 점화 플러그 작동하기도 전에 ()가 됨 ∴ ()를 올리는 데 한계 有 → ()을 올리는 데 한계 有
② 동력을 발생시키는 () 행정을 ()하면 모두 에너지를 소모하는 ()이 발생	★ 특히, () : () 행정에서 사용되는 동력 손실, 오토 사이클 엔진이 갖는 가장 큰 ()

앳킨슨 사이클 엔진

모터 사이클 엔진과의 공통점	모터 사이클 엔진과의 차이점
흡입, 압축, 폭발, 배기의 ()을 거치는 동안 피스톤은 실린더 내를 () 운동	① 압축비와 팽창비가 서로 다름 ② 4행정을 모두 거치는 동안 크랭크축은 단 () 회전

오토 사이클 엔진의 한계 개선한 방법	
- 오토: () 행정 때를 제외하면 흡입과 압축 행정을 위해 끊임없이 에너지를 () ⇒ () 행정의 피스톤의 이동 거리를 () 행정의 피스톤의 이동 거리보다 () 만들 but) 고정된 ()에서 폭발 시 팽창 거리를 늘리기 어려움 bec) 팽창 거리는 압축되는 정도에 () ⇒ 크랭크축과 피스톤을 복잡하게 연결하는 () 길이의 ()들이 만들어 내는 복잡한 운동을 통해 해결 → 혼합 기체의 () 이후 피스톤에 연결된 연결봉이 움직이는 거리를 ()지도록 설계 → 혼합 기체가 폭발했을 때의 압력으로 피스톤을 충분히 밀어 줄 수 있게 됨 → 구동축에 전달되는 힘 () → 오토 사이클 엔진보다 ()이 높음	

[과학·기술 14 - 촉각 센서로서의 피부]

센서 기술 : 4차 산업 혁명에서 중요

어떤 사물 주변의 상태나 환경의 ()를 감지한 후, 이를 ()인 신호로 바꿔주는 장치 : ()와 유사

인간의 감각 기관 - 피부

()을 통해 외부 자극을 감지 → ()가 감각 신호를 일으킴 → ()에 다양한 정보를 보냄
 - 구성 : 상피 조직인 () + 결합 조직인 () + 피하 지방층
 : 피부의 () 이상, 표피 두께의 ()배

진피

① 탄성과 점성의 성질을 모두 가진 () 느릴수록 → ()에 가까운 성질
 ⇒ ()에 따라 성질이 달라짐 : 빠를수록 → ()에 가까운 성질

탄성	어떤 물체가 외부에서 가해진 힘에 의해 ()으로 형태가 변형되고, 그 힘이 제거되면 물체의 원래 모양으로 () 되돌아가는 성질	
점성	어떤 물체에 외부의 힘이 작용하여 그 형태가 변할 때 이에 ()하는 성질	
	점성체	외부에서 가해진 힘에 따른 형태의 변화가 () 발생하며 그 힘이 제거되어도 본래의 형태로 돌아가지 ()

⇒ 진피에 순간적인 외력이 작용하고 이 외력이 일정하게 유지가 된다면,
 : 일차적으로 () 변형 → 서서히 () 변형 : 변형의 정도 ()
 ∴ () : 일정한 힘을 받는 ()가 ()에 의한 ()인 변형이 일어난 후
 ()에 의한 이차적 변형이 () 일어나는 현상

⇒ 자극을 탄성과 점성을 통해 적절하게 () → 외부 환경의 정보를 능숙하게 처리

② 감각 수용기를 외부의 충격으로부터 ()·() & 외부의 자극을 수용기로 ()
 - 감각 () : ()에 존재하여, 외부 환경의 각종 물리량을 감지할 수 있는 () 센서

() 소체	() 진동이나 () 접촉에 반응
() 소체	물체와 접촉 시 ()한 압력 변화를 감지하여 물체의 ()을 파악
() 소체	() 진동과 () 압력을 ()으로 인식
() 소체	피부의 수축 또는 팽창과 같은 ()인 압력과 () 변화를 감지

외부의 물리적 자극이 전기 신호로 뇌에 전달되는 과정

물리적 자극 → ()에 () 생성 → ()에 의해 감지
 → 수용기의 ()이 전기적 ()의 형태로 전환 → ()에 신호 전달

자극이 없을 때	수용기의 ()과 이를 둘러싸고 있는 () 사이에 () 발생 : ()mV <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> () () 뉴런 : () 상태 () () </div>	
외부 자극 발생	- 막전위 : -70 mV → () mV → () mV → () mV	
	작용	결과
	뉴런 세포막의 Na ⁺ 통로 () → 양전하 Na ⁺ 이온 ()으로 확산	+ 30 mV
	원래대로 돌아가기 위해 Na ⁺ 통로 () → K ⁺ 통로 () → K ⁺ 외부 ()	- 90 mV
서서히 이온의 ()인 이동에 의해 안정 상태 ()	- 70 mV	
- 전기적 펄스의 () = 외부 자극의 (), ()의 변화율에 ()		

센서로서의 피부

외부의 자극을 감지하는 다양한 () + 이를 감싸고 있는 진피의 ()
 → 외부 환경의 정보를 측정하는 최적의 감지 능력 ∴ 인간의 감각 기관을 ()하려는 센서 개발 연구 활발