



## D. KEGIATAN PEMBELAJARAN

- Kamu akan melihat garis-garis kuning bergerak ke bawah → itu adalah sunlight (cahaya tampak).



- Setelah menyentuh permukaan Bumi, Bumi akan memancarkan kembali energi dalam bentuk garis-garis merah → itu adalah infrared (gelombang panjang).



### 3. Aktifkan "Energy Balance" (Opsional)



- Centang kotak "Energy Balance" di kanan bawah → kamu akan lihat grafik aliran energi.





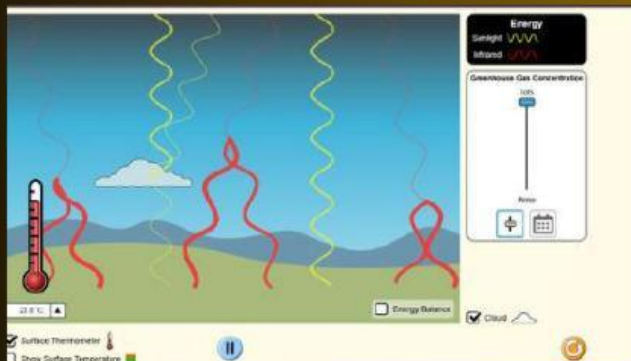
## D. KEGIATAN PEMBELAJARAN

- Ini membantu memahami berapa banyak energi masuk vs keluar → penting untuk memahami pemanasan global.

### 4. Mainkan dengan "Greenhouse Gas Concentration"

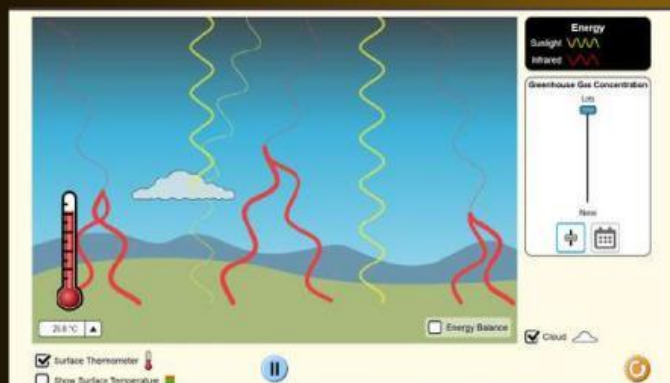


- Geser slider "Greenhouse Gas Concentration" dari None → Lots.



Perhatikan apa yang terjadi:

- Saat gas rumah kaca sedikit (None) → hampir semua garis merah (infrared) keluar ke luar angkasa → suhu rendah (~-28°C).





- Saat gas rumah kaca banyak (Lots) → banyak garis merah dipantulkan kembali ke Bumi → suhu naik (bisa sampai  $>15^{\circ}\text{C}$ ).



5. Lihat efek gas rumah kaca!
6. Lihat peran awan!
7. Bandingkan gelombang cahaya & inframerah!

## D. KEGIATAN PEMBELAJARAN



Pertanyaan Kritis:

1. Di tab "Waves", kamu melihat dua jenis gelombang: kuning (sunlight) dan merah (infrared). Apa perbedaan fisik utama antara kedua gelombang ini? Bagaimana perbedaan itu memengaruhi cara mereka berinteraksi dengan molekul gas di atmosfer?

Jawab :

.....

.....

.....

.....

2. Mengapa gelombang inframerah (merah) lebih mudah diserap oleh molekul  $\text{CO}_2$  dibandingkan gelombang cahaya tampak (kuning)? Jelaskan menggunakan konsep resonansi frekuensi dan struktur molekul.

Jawab :

.....

.....

.....

.....

3. Jika kamu bisa mengubah panjang gelombang cahaya matahari menjadi lebih panjang (misalnya, mendekati inframerah), apa yang akan terjadi pada suhu Bumi? Gunakan logika dari simulasi untuk menjawab.

Jawab :

.....

.....

.....

.....



## Tabel data



### Identitas Siswa

Nama : .....

Kelas : .....

Tanggal : .....

### Tujuan Pembelajaran

- Memahami efek rumah kaca melalui simulasi PhET.
- Menjelaskan hubungan konsentrasi gas rumah kaca dengan suhu bumi.
- Melatih keterampilan analisis data dan berpikir kritis.

### Alat dan Bahan

- Laptop / HP
- Koneksi internet
- Simulasi PhET Greenhouse Effect

### Langkah Kerja

1. Buka simulasi PhET melalui tautan berikut:  
[https://phet.colorado.edu/sims/html/greenhouse-effect/latest/greenhouse-effect\\_id.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/greenhouse-effect/latest/greenhouse-effect_id.html)
2. Jalankan simulasi dan pilih mode pengamatan efek rumah kaca.
3. Atur konsentrasi gas rumah kaca menggunakan slider yang tersedia.
4. Amati perubahan suhu permukaan bumi.
5. Catat data hasil pengamatan pada tabel yang disediakan.
6. Ulangi langkah untuk variasi konsentrasi gas dan jumlah awan.
7. Analisis data dan buat kesimpulan.

**Tabel Data 1. Konsentrasi Gas Rumah Kaca**

No.	Konsentrasi Gas Rumah Kaca	Keterangan
1.	0% (Tanpa Gas)	
2.	25%	
3.	50%	
4.	75%	
5.	100%	



Aktivitas 2: Simulasi "Greenhouse Effect" pada "Photons"

Link: [https://phet.colorado.edu/sims/html/molecules-and-light/latest/molecules-and-light\\_id.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/molecules-and-light/latest/molecules-and-light_id.html)

Petunjuk Penggunaan:

1. Buka simulasi Photons



2. Mulai Simulasi

- Klik tombol "Start Sunlight" → Matahari akan mulai memancarkan foton kuning (sunlight).



- Foton kuning ini mewakili cahaya tampak – gelombang pendek yang bisa menesbus atmosfer



1. Amati Interaksi Foton dengan Bumi dan Atmosfer

- Bumi menyerap energinya → lalu memancarkan kembali sebagai foton merah (infrared).
- Foton merah ini mewakili radiasi inframerah – gelombang panjang yang dipancarkan oleh benda hangat (seperti Bumi).

## 2. Mainkan dengan "Greenhouse Gas Concentration"

- Geser slider "Greenhouse Gas Concentration" dari None → Lots:



- ➤ Saat None (Tidak ada gas rumah kaca):
- Hampir semua foton merah keluar ke luar angkasa → suhu tetap rendah (~ -28°C).
- Tidak ada yang menahan panas → tidak ada efek rumah kaca.
- ➤ Saat Lots (Banyak gas rumah kaca):
- Foton merah diserap oleh molekul gas ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CH}_4$ ) → lalu dipancarkan ulang ke segala arah, termasuk kembali ke Bumi.
- Ini membuat Bumi lebih hangat → suhu naik (bisa >15°C).
- Aktifkan "Cloud" (Awan)
- Centang kotak "Cloud" → awan akan muncul.



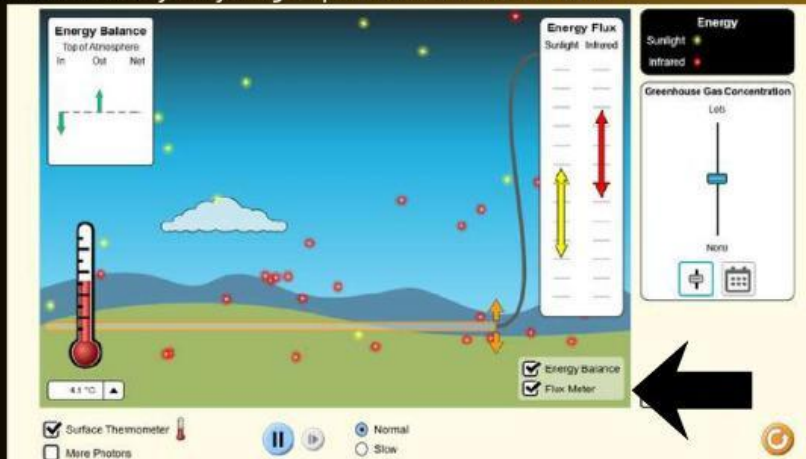
## Awan bisa:

- Memantulkan foton kuning (cahaya matahari) → membuat Bumi lebih dingin.
- Menahan foton merah (inframerah) → membuat Bumi lebih hangat.
- Jadi, awan punya efek dua arah – tergantung ketebalan dan jenisnya.

## 6. Gunakan "Energy Balance" &amp; "Flux Meter"



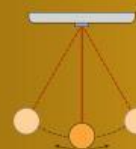
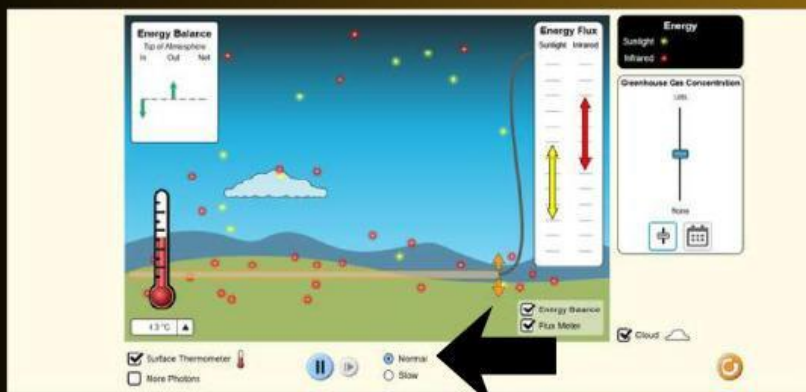
- Centang "Energy Balance" → kamu akan lihat grafik aliran energi masuk vs keluar.
- Centang "Flux Meter" → alat ini menunjukkan jumlah energi yang masuk/keluar per satuan luas.
- Kamu bisa lihat: saat gas rumah kaca banyak, energi keluar berkurang → karena banyak yang dipantulkan kembali.



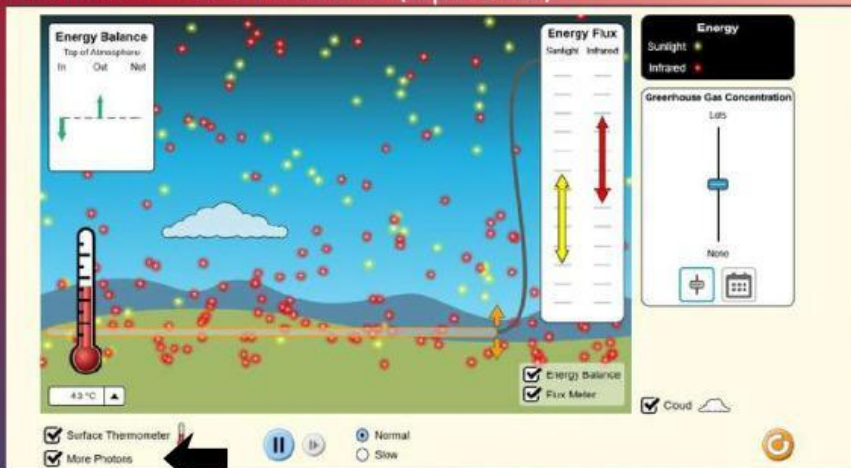
### 7. Ubah Kecepatan Animasi

Di bagian bawah, kamu bisa pilih:

- Normal → animasi normal.
- Slow → animasi lebih lambat → sangat membantu untuk melihat detail interaksi foton dengan molekul gas.



## 8. Aktifkan "More Photons" (Opsional)



- Centang kotak "More Photons" → jumlah foton yang muncul akan bertambah!.
- Ini membuat proses lebih cepat dan lebih mudah diamati – cocok untuk eksperimen cepat!.



## D. KEGIATAN PEMBELAJARAN



Pertanyaan kritis :

1. Mengapa foton cahaya tampak (kuning) dari Matahari dapat melewati molekul  $\text{CO}_2$  tanpa diserap, sedangkan foton inframerah (merah) yang dipancarkan Bumi justru diserap oleh  $\text{CO}_2$ ? Jelaskan berdasarkan hubungan antara energi foton dan struktur molekul.

Jawab :

.....

.....

.....

.....

2. Dalam simulasi, foton inframerah yang diserap oleh gas rumah kaca dipancarkan kembali ke segala arah – termasuk ke Bumi. Apakah ini berarti energi total di sistem meningkat? Bagaimana prinsip kekekalan energi tetap berlaku dalam proses ini?

Jawab :

.....

.....

.....

.....

3. Jika jumlah molekul  $\text{CO}_2$  di atmosfer meningkat, mengapa suhu Bumi tidak langsung melonjak secara instan? Jelaskan peran “keseimbangan energi” (energy balance) dan waktu yang dibutuhkan sistem untuk mencapai suhu baru.

Jawab:

.....

.....

.....

.....



# Tabel Data



Identitas Siswa

Nama : .....

Kelas : .....

Tanggal: .....

Petunjuk Singkat Pengisian

1. Jalankan simulasi Photons pada PhET Greenhouse Effect.
2. Ubah konsentrasi gas rumah kaca dari None hingga Lots.
3. Amati foton inframerah (merah): apakah lolos atau dipantulkan kembali.
4. Catat suhu permukaan Bumi yang ditampilkan simulasi.
5. Tuliskan hasil pengamatan secara objektif.

**Tabel Data 2. Suhu Permukaan Bumi**

No.	Konsentrasi Gas Rumah Kaca	Interaksi Foton Inframerah	Energi Keluar ke Luar Angkasa	Suhu Permukaan Bumi ( $^{\circ}\text{C}$ )	Keterangan
1.	None (0%)				
2.	Low (25%)				
3.	Medium (50%)				
4.	High (75%)				
5.	Lots (100%)				

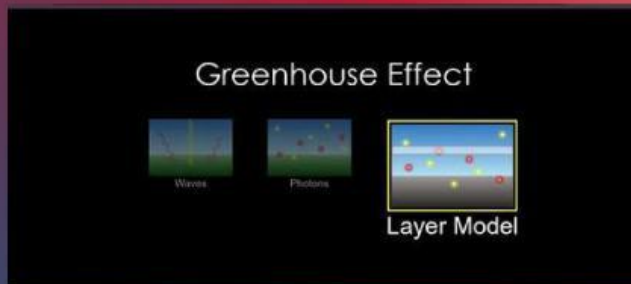


Aktivitas 3: Simulasi "Greenhouse Effect" pada "Layer Model"

Link: [https://phet.colorado.edu/sims/html/greenhouse-effect/latest/greenhouse-effect\\_all.html?locale=in](https://phet.colorado.edu/sims/html/greenhouse-effect/latest/greenhouse-effect_all.html?locale=in)

Petunjuk Penggunaan:

1. Buka simulasi Layer Model

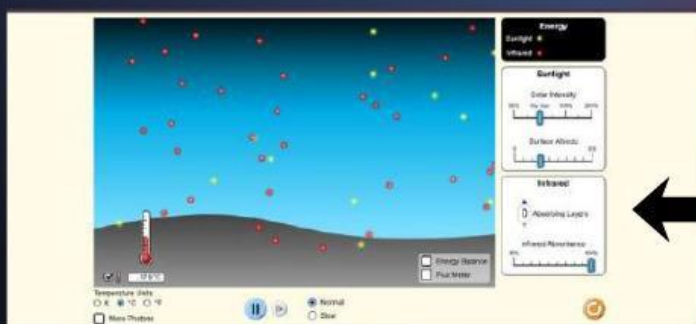


2. Mulai Simulasi

- Klik tombol "Start Sunlight" → Matahari akan mulai memancarkan energi.
- Kamu akan melihat permukaan Bumi yang sangat dingin ( $\sim -148^{\circ}\text{C}$ ) karena tidak ada lapisan penyerap inframerah.

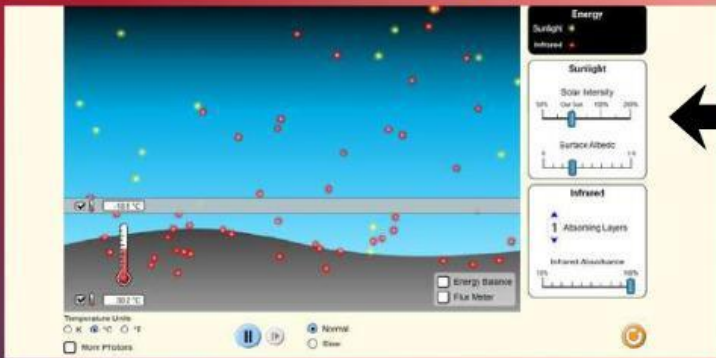


3. Mainkan dengan "Absorbing Layers"

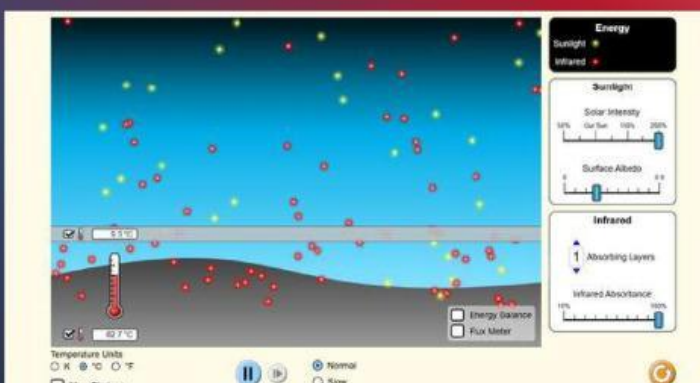


Di bagian kanan bawah, kamu akan melihat:

- "Absorbing Layers"
  - Ini adalah jumlah lapisan gas penyerap inframerah (misalnya  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ).
  - Saat nilai = 0 → tidak ada lapisan → semua radiasi inframerah keluar → suhu sangat rendah.
  - Geser ke atas → tambahkan lapisan → suhu naik!



- Geser ke atas → tambahkan lapisan → suhu naik!
4. Atur "Solar Intensity" (Intensitas Matahari)



Di bagian kanan atas:

➤ "Solar Intensity"

- Geser slider dari 50% → 200%.
- Ini mengubah kuatnya cahaya matahari yang datang ke Bumi.

Contoh:

- Jika Solar Intensity = 50% → lebih sedikit energi masuk → suhu lebih rendah.
- Jika Solar Intensity = 200% → lebih banyak energi masuk → suhu lebih tinggi.

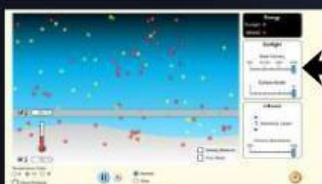
5. Atur "Surface Albedo" (Albedo Permukaan)

➤ "Surface Albedo"

- Ini adalah kemampuan permukaan Bumi memantulkan cahaya matahari.
- Nilai 0.0 = hitam sempurna (menyerap semua cahaya) → suhu tinggi.

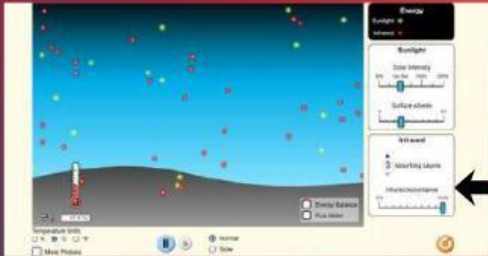


- Nilai 0.9 = putih sempurna (memantulkan 90% cahaya) → suhu rendah.

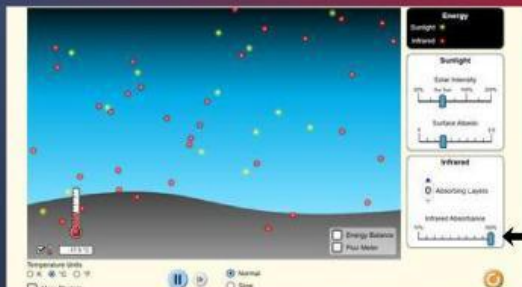


## 6. Atur "Infrared Absorbance"

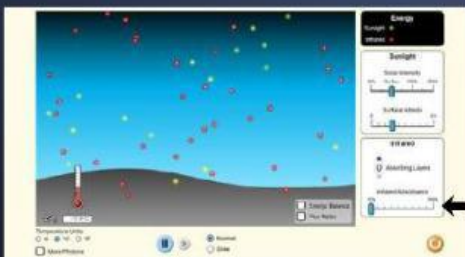
## ➤ "Infrared Absorbance"



- Ini adalah berapa persen radiasi inframerah yang diserap oleh setiap lapisan.
- Default = 100% → artinya setiap lapisan menyerap semua inframerah yang melewatinya.

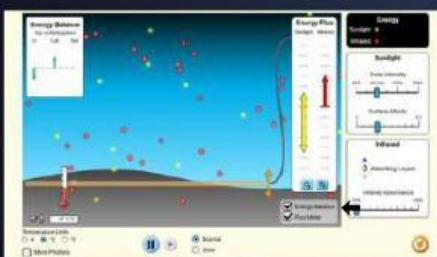


- Turunkan ke 10% → lapisan jadi lebih transparan → lebih sedikit panas terperangkap → suhu lebih rendah.



## 7. Aktifkan "Energy Balance" &amp; "Flux Meter"

- Centang "Energy Balance" → lihat grafik aliran energi masuk vs keluar.

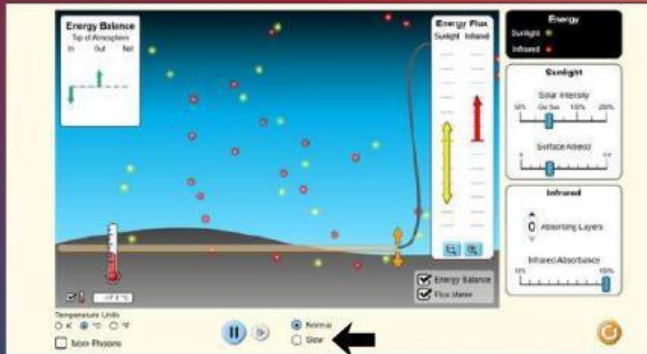


- Centang "Flux Meter" → alat ini menunjukkan jumlah energi yang masuk/keluar per satuan luas.
- Kamu bisa lihat: saat lapisan bertambah, energi keluar berkurang → karena banyak yang dipantulkan kembali.

## 8. Ubah Kecepatan Animasi

Di bagian bawah, kamu bisa pilih:

- Normal → animasi normal.
- Slow → animasi lebih lambat → sangat membantu untuk melihat detail interaksi energi.



## 9. Pilih Satuan Suhu

Di bagian bawah kiri:

- Kamu bisa pilih satuan suhu: Kelvin (K), Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ), atau Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ).
- Untuk ilmu pengetahuan,  $^{\circ}\text{C}$  atau K lebih umum digunakan.

